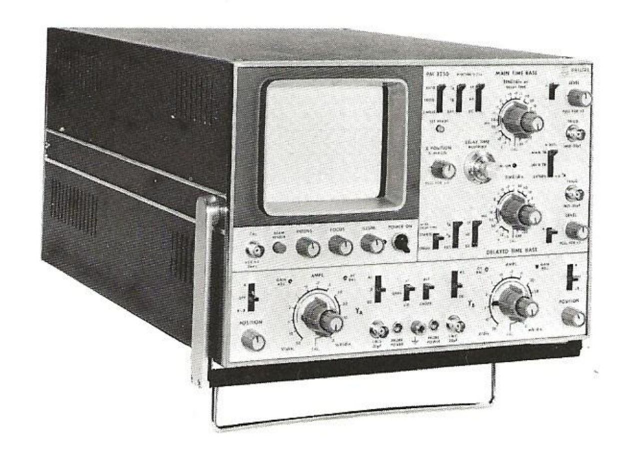
PHILIPS



Gebrauchsanleitung

Zweistrahloszillograf PM3250(X)

9499 440 11518

730430/01/04

Inhalt

Abbildungsverzeichnis

I. Einleitung

ALLGEMEIN

Die Ausführung /04 des Oszillografen PM 3250 ist ein Mehrzweck-Laboratoriumsgerät mit zwei Y-Kanälen von 0-50 MHz und Ablenkkoeffizienten von maximal 2 mV pro Teil und bei einer Bandbreite von 5 MHz sogar 200 μV pro Teil. Die bei diesen hohen Empfindlichkeiten unvermeidliche Drift ist durch eine Rückkopplung stark reduziert.
Die Eingangsstufen sind mit Feldeffekttransistoren bestückt. Buchsen zum Anschliessen von Aktiven Messköpfen oder anderem aktivem Zubehör sind vorhanden.
Bei Differenzspannungsmessungen können das Differenzsignal und das Signal von Kanal B gleichzeitig abgebildet werden. Signalverzögerungsleitungen sind eingebaut, damit auch die Vorderflanken von sehr schnellen Impulsen sichtbar gemacht werden können.
Der Oszillograf PM 3250 besitzt einen Hauptzeitablenkgenerator und einen verzögerten Zeitablenkgenerator, jewels mit einer kompletten Triggereinheit. Mit Hilfe der verzögerten Zeitablenkung lassen sich Ausschnitte von komplexen Signalen über die gesamte Schirmbreite darstellen. Der Hauptzeitablenkgenerator besitzt ferner eine Auslösemöglichkeit für Einzelimpulse. Die maximale horizontale Ablenkgeschwindigkeit beträgt bei 5facher Dehnung 10 ns pro Teil.
Die maximale Helligkeit des Elektronenstrahls ist so hoch, dass auch einmalige, sehr schnelle Impulse bzw. Impulse mit sehr niedriger Wiederholungsfrequenz gut sichtbar sind.

PM 3250X

Die Ausführung PM 3250X ist für Fernseh- und Fernmeldezwecke gedacht.
Im Gegensatz zur Normalausführung besitzt der PM 3250X eine Synchronimpulstrennstufe, eine 10fache Dehnung und Netzspannungstriggerung.
Ferner besitzt der PM 3250X anstelle des Verstärkers für EXT via Y_B einen Horizontalvorverstärker und eine Schaltstufe mit der externe Signale (die an die Buchse der Hauptzeitablenkung TRIGG./EXT.X angeschlossen sind) zur Steuerung des Horizontalendverstärkers verwendet werden können.
Die beiden Triggerwahlschalter LEVEL x5 der Grundausführung PM 3250 sind zugunsten der Schalter für Fernseh-Bild- und Fernseh-Zeiletriggerung entfallen.

II. Technische Daten

Zahlenwerte mit Toleranzangabe werden bei den nominalen Netzspannungen garantiert. Zahlenwerte ohne Toleranzangabe geben die Eigenschaften eines durchschnittlichen Gerätes an und sind nur zur Orientierung.

Y-VERSTARKER	Zwei identische Verstärker (Kanäle A und B) mit Driftkompensation und Gleichspannungskopplung.
Darstellungsweisen	nur Signal A nur Signal B oder –B Signal A und +B oder –B gechopped Signal A und +B oder –B alternierend nur Signal A–B Signal A–B und +B oder –B gechopped Signal A–B und +B oder –B alternierend
Chopperfrequenz	1 MHz (bei Verstärkung x10: 200 kHz)
Bandbreite	*normale Verstärkung* Gleichspannungskopplung: 0 Hz bis 50 MHz (–3 dB) Wechselspannungskopplung: 1,5 Hz bis 50 MHz (–3 dB) Anstiegszeit $\leqslant$ 7 ns *10fach erhöhte Verstärkung* Gleichspannungskopplung: 0 Hz bis 5 MHz (–3 dB) Wechselspannungskopplung: 1,5 Hz bis 5 MHz (–3 dB) Anstiegszeit $\leqslant$ 70 ns
Ablenkkoeffizient	2 mV/Teil bis 20 V/Teil in 13 kalibrierten Stufen (Folge 1, 2, 5) bei normaler Verstärkung Ungeeicht stufenlos zwischen diesen Schaltstellungen (1: > 2,5) 200 μV/Teil in Stellung 2 mV/Teil bei 10fach erhöhter Verstärkung
Messfehler	±3 % bezogen auf 20 mV/Teil und bei normaler Verstärkung Zusätzlich 2 % bei 10fach erhöhter Verstärkung Bei maximaler Helligkeit ausserdem eine Toleranz von 3 %
Eingangsimpedanz	1 MΩ//20 pF
Zeitkonstante der Eingangsschaltung	100 ms
Maximale Eingangsspannung	Gleichspannung : ±400 V Wechselspannung : 400 V_{SS} für max. 30 s, 200 V_{SS} zeitlich unbegrenzt
Verschiebungsbereich	*normale Verstärkung* 3x nutzbare Schirmhöhe (24 Teile) *10fach erhöhte Verstärkung* 20x nutzbare Schirmhöhe (160 Teile)
Signalverzögerung	sichtbar 30 ns; Verzögerungsleitung einzeln, 65 ns
Überschwingen	A und B : $\leqslant$ 2 % (A–B) und –B: $\leqslant$ 5 %
Übersprechen	Der Entkopplungsfaktor (siehe IEC 351) beträgt typisch 25, gemessen bei 30 MHz, 2 mV/Teil und einer Störspannung von 6 Teilen.

Gleichtaktunterdrückung

Gleichtaktspannung 800 mV in Stellung 20 mV/Teil

normale Verstärkung

50 Hz	≥ 400	Maximal zulässige Gleichtaktspannung 5x Schirmhöhe
100 Hz	400	
5 MHz	40	
20 MHz	≥ 20	

10fach erhöhte Verstärkung

50 Hz	≥ 400	Maximal zulässige Gleichtaktspannung 50x Schirmhöhe
2 kHz	400	
1 MHz	100	

Maximale Drift bei maximaler Verstärkung

Typische Werte bei 200 µV/Teil, 1/2 Stunde nach dem Einschalten des Gerätes bei Raumtemperatur:

Kurzzeitstabilität während 1 min	0,3 Teile
Langzeitstabilität während 1 Stunde	0,5 Teile
Langzeitstabilität während 1 Woche	1,0 Teil
Temperaturabhängigkeit	0,2 Teile/^{o}C

Dynamischer Bereich für Sinusspannungen

stufenlose Einstellung in Stellung CAL

100 kHz ≥	40 Teile	Verstärkung x1
15 MHz ≥	25 Teile	
50 MHz ≥	6 Teile	
100 kHz ≥	400 Teile	Verstärkung x10
5 MHz ≥	170 Teile	

Sichtbares Rauschen, tangential gemessen (Langzeit-Spitze-Spitze-Wert) einschl. periodischer Schwankungen

Quellwiderstand 50 Ω
bei 2 mV/Teil ≤ 0,1 Teil
bei 200 µV/Teil ≤ 0,5 Teile

Quellwiderstand 10 MΩ
bei 2 mV/Teil ≤ 0,2 Teile
bei 200 µV/Teil ≤ 0,5 Teile

TRIGGERUNG

Triggerquelle

intern Kanal A (oder A–B), intern Kanal B oder extern

Triggerflanke

positiv oder negativ

Triggerkopplung

NF	3 Hz (–3 dB)	bis 1 MHz (–3 dB)
HF	2 kHz (–3 dB)	bis > 75 MHz
Gleichspannung	0 Hz	bis > 75 MHz

Triggerempfindlichkeit

Intern ≤ 0,5 Teile bis 20 MHz
≤ 1,0 Teil bis 50 MHz

Extern ≤ 0,5 V bis 20 MHz
≤ 1,0 V bis 50 MHz

Eingangsimpedanz

1 MΩ//20 pF; es ist dieselbe Eingangsimpedanz wie bei den Y-Kanälen, deshalb kann der Messkopf auch vor den Triggereingang geschaltet werden

Maximale Eingangsspannung

Gleichspannung ±400 V
Wechselspannung 400 V_{ss}

Triggerbereich

Intern	Stellung x1	ca. 8 Teile
	Stellung x5	ca. 40 Teile
Extern	Stellung x1	ca. 6 V
	Stellung x5	ca. 30 V

HAUPTZEITABLENKGENERATOR

Zeitmassstäbe	50 ns/Teil bis 1 s/Teil in 23 kalibrierten Stufen (Folge 1, 2, 5); mit einem Feineinsteller stufenlos dazwischen einstellbar (1: ⩾ 2,5). Bei 5facher Dehnung beträgt der kürzeste Zeitmassstab 10 ns/Teil.
Messfehler	±3 %, in den mittleren 8 Teilen gemessen, in allen Bereichen, ausgenommen 1 s/Teil, 0,5 s/Teil und 0,2 s/Teil, wo die Toleranz ±5 % beträgt. Bei 5facher Dehnung beträgt die Toleranz zusätzlich ±2 %.
Verschiebebereich	Bei 5facher Dehnung können der Anfang und das Ende des Oszillogramms mit dem Knopf "X POSITION" noch auf dem Schirm sichtbar gemacht werden.
Betriebsarten	Getriggert, Automatisch, Einmalige Zeitablenkung

VERZOGERTER ZEITABLENKGENERATOR

Zeitmassstäbe	50 ns/Teil bis 0,5 s/Teil in 22 kalibrierten Stufen (Folge 1, 2, 5). Dazwischen mit Feineinsteller stufenlos einstellbar (1: ⩾ 2,5). Bei 5facher Dehnung beträgt der kürzeste Zeitmassstab 10 ns/Teil.
Messfehler	±3 % in den mittleren 8 Teilen in allen Bereichen, ausgenommen 0,5 s/Teil und 0,2 s/Teil, wo die Toleranz ±5 % beträgt. Bei 5facher Dehnung beträgt die Toleranz zusätzlich ±2 %.
Verschiebebereich	Bei 5facher Dehnung können der Anfang und das Ende des Oszillogramms mit dem Knopf "X POSITION" noch auf dem Schirm sichtbar gemacht werden.
Fehler der Zeitverzögerung	Typisch 0,3 %, gemessen bei 1 ms/Teil des Hauptzeitablenkgenerators Synchronisationsfehler (Delay time jitter) < 1: 20.000 Minimale Verzögerungszeit typisch 30 ns
Betriebsarten	Stellung STARTS: von der Hauptzeitablenkung sofort nach Ablauf der Verzögerungszeit getriggert Stellung TRIGG : von dem Messsignal nach Ablauf der Verzögerungszeit getriggert (für jitterfreie Messungen) Stellung OFF : verzögerte Zeitablenkung ausgeschaltet

X-VERSTARKER

	X-Ablenkung über Eingang Y_B (Verstärkung x10, Strahlsucher und 5fache Dehnung sind beim X-Kanal nicht in Betrieb).
Bandbreite	Gleichspannungskopplung: 0 Hz bis 5 MHz (−3 dB) Wechselspannungskopplung: 1,5 Hz bis 5 MHz (−3 dB)
Ablenkkoeffizienten Eingangsimpedanz Eingangszeitkonstante Maximale Eingangsspannung	siehe "Y-Verstärker"
Dynamischer Bereich	1 kHz: 8 Teile 5 MHz: −3 dB
Überschwingen	5 % bei einer Anstiegszeit von 100 ns
Phasenverschiebung zwischen X- und Y-Verstärkern	⩽ 3° bei 100 kHz
Polarität	positiv oder negativ

DEHNUNG DER ZEITABLENKUNG

Dehnung	5fache Verstärkung des X-Verstärkers
Messfehler	2 % zuzüglich zur Toleranz der Zeitablenkung
Kürzester Zeitmassstab	10 ns/Teil

AUSGANG DES HAUPTZEITABLENKGENERATORS

	Nicht geschützt gegen externe Spannungen
Sägezahnspannung	+8 V, Ruhepegel 0 V
Ausgangswiderstand	4,7 kΩ

AUSGANG DES VERZOGERTEN ZEITABLENKGENERATORS

	Nicht geschützt gegen externe Spannungen
Rechteck-Torspannung	+2 V, Ruhepegel 0 V Signal nur in Stellung DEL'D TB des Schalters X DEFL vorhanden
Ausgangswiderstand	600 Ω

KALIBRIERUNG

	Nicht geschützt gegen externe Spannungen
Kalibrierspannung	600 mV_{SS} ±1 %
Kalibrierstrom	6 mA_{SS} ±2 % (kurzgeschlossen)
Frequenz	2 kHz ±1 %

Z-MODULATION

Quelle	Intern oder extern
Intern	Hellsteuerung mit Hauptzeitablenkung Hellsteuerung durch verzögerte Zeitablenkung mit intensivierte Hauptzeitablenkung Hellsteuerung mit verzögerter Zeitablenkung In Stellung CHOPP wird der Strahl beim Schalten unterdrückt.
Extern	Uber einen gleich- oder wechselspannungsgekoppelten Eingang
Für Markierung erforderliche Spannung	5 V
Polarität	Wechselspannungskopplung: negativ zur Erhöhung der Strahlhelligkeit Gleichspannungskopplung: positiv zur Erhöhung der Strahlhelligkeit
Bandbreite	Gleichspannungskopplung: 0 Hz bis 5 MHz Wechselspannungskopplung: 3 kHz bis 50 MHz
Eingangsimpedanz	Gleichspannungskopplung: 1 MΩ//20 pF Wechselspannungskopplung: 50 Ω

LEUCHTSCHIRM

Elektronenstrahlröhre	D14 - 160 GH/09 mit internem Messraster und gestrichelten Kalibrierlinien bei 10 % und 90 %	
	Ausnutzbare Schirmfläche	8 x 10 cm
	Phosphor	GH (P31)
	Gesamtbeschleunigungsspannung	10 kV
Rasterbeleuchtung	stufenlos einstellbar	

Strahlsucher	Beim Drücken dieses Knopfes werden die Ablenkkoeffizienten so reduziert, dass das Signal auf dem Schirm sichtbar wird. Ausserden wird hiermit die Dehnung des X-Verstärkers auf x1 gestellt, falls sie sich in Stellung x5 befindet.

STROMVERSORGUNG

Netzspannungen

Nennspannung	Zulässiger Spannungsbereich*	Sicherung**
110 V	100 - 120 V	2 A träge
125 V	117 - 140 V	
SPEC (145 V)	133 - 160 V	
200 V	184 - 220 V	1 A träge
220 V	200 - 240 V	
245 V	217 - 260 V	

Leistungsaufnahme	ca. 100 W
Netzfrequenz	46 bis 440 Hz
Gleichspannungsausgänge	+24 V / −24 V zur Stromversorgung von z.B. dem aktiven Philips Zubehör PM 9347, PM 9352, PM 9353

TEMPERATURBEREICH

Die technischen Daten werden eingehalten in einem Bereich von 0 bis +45 °C.

Verwendbar in einem Bereich von −10 bis +55 °C

Lagerung zugelassen zwischen −40 und +70 °C

(diese Temperaturbereiche entsprechen IEC Standard 68)

ABMESSUNGEN UND GEWICHT

Abmessungen über alles

Höhe	24,5 cm
Breite	34 cm
Tiefe	54,5 cm

Gewicht: ca. 18,5 kg

PM 3250X

TRENNSTUFE FUR FERNSEHSIGNALE

Triggerung	Alle Fernsehsignale mit einer Amplitude grösser als 0,5 und kleiner als 16 Teile können getriggert werden.

NETZTRIGGERUNG

Signalquelle	Netzfrequenz, von einer Wicklung des Netztransformators abgenommen.

* Gemessen bei 50 Hz und Verzerrungen, die die Spitzenspannung maximal 5 % reduzieren.

** Befindet sich an der Rückseite des Gehäuses.

EXTERNER X-EINGANG

Bandbreite	5 Hz bis > 500 kHz
Eingangsimpedanz	1 MΩ//20 pF
Phase	Bei einer positiv ansteigenden Spannung wandert der Leuchtfleck von links nach rechts über den Schirm.
Eingangsbuchse	Buchse TRIGG/EXT.X, vorausgesetzt, dass der Schalter MAIN TB/DEL'D TB/EXTERN auf EXTERN steht.
Eingangsempfindlichkeit	1 V/Teil (oder 0,1 V/Teil, wenn der Schalter X MAGN in Stellung x10 steht).
Einstellbare Abschwächung	Mit einem Potentiometer, das durch eine Offnung an der rechten Seite des Oszillografen zugänglich ist, kann eine ca. 5fache Abschwächung eingestellt werden. Am rechten Anschlag ist die Verstärkung kalibriert (x1).

X-DEHNUNG

Dehnung	x10 (bei der Grundausführung des Oszillografen beträgt die Dehnung in X-richtung fünffach).
Messfehler	Wie in der Spezifikation des Grundtypes PM 3250 angegeben bis 10 ns/Teil bei 10facher Dehnung.

III. Zubehör

Im Lieferumfang des Geräts sind erhalten:

- Anleitung
- zwei Ubergangsstecker PM 9051 (BNC-Stecker auf 4 mm Buchsen)
- Abgleichsstab
- Filterscheibe, grün (montiert)
- Filterscheibe, grau
- Lichtschutztubus PM 9366

Folgende Zubehörteile sind ebenfalls auf Bestellung lieferbar:

Stromauskopplung	PM 9040
HF 1:1 - Messkopf	PM 9335
HF 10:1 - Messkopf	PM 9350
TV - Messkopf	PM 9347 (nicht nötig für PM 3250X)
Miniatur - Messkopf	PM 9352
FET - Messkopf	PM 9353
100:1 2 kV-Messkopf	PM 9358
Adapter für Gestellmontage	PM 9364
Polaroid Kamera	PM 9380
Vorsatzlinze für PM 9380	PM 9373
Adapter für PM 9380	PM 9376
Tragetasche	PM 9394
Rolltisch	PM 9395

IV. Blockschaltbildbeschreibung

A. ALLGEMEIN

Oszillograf PM 3250 setzt sich aus folgenden Teilen zusammen
- Zweikanal-Vertikalsystem
- Hauptzeitablenkgenerator
- Verzögerte Zeitablenkgenerator
- X-Verstärker
- Hellsteuerschaltung
- Katodenstrahlröhrenschaltung
- Stabilisierte Speisung
- Kalibriereinheit

B. ZWEIKANAL-VERTIKALSYSTEM

Dieses System enthält folgende Schaltelemente:
- Schalter AC/0/DC, mit dem die Eingangskanalkopplung gewählt wird
- Ein von Schalter AMPL betätigter Stufenabschwächer, der die Einstellung des Y-Ablenkkoeffizienten in kalibrierten Stufen gestattet
- Ein Feldeffekttransistor, in Source-followerschaltung der der Schaltung eine hohe Eingangsimpedanz gibt
- Vorverstärker
- Emitterfolger, der den Vorverstärker an die nächste Stufe anpasst.
  Mit Potentiometer AMPL ist der Y-Ablenkkoeffizient stetig einstellbar.
  Vom Emitterfolger an wird das Signal an
  - den Zwischenverstärker
  - die Triggerabtaststufe
  - Die Schaltung zur Driftreduzierung geführt.
- Schaltung zur Driftreduzierung, die die Eingangsspannung und einen Teil der Ausgangsspannung des Vorverstärkers prüft, um die im Vorverstärker erzeugte Driftspannung zu bestimmen. Diese Spannung wird nach Verstärkung zurück zum zweiten Eingang des Vorverstärkers geführt.
  Auf diese Weise wird die Gesamdrift start reduziert.
- Verstärker, der das Signal weiter verstärkt. Mit Einsteller "Y POSITION" lässt sich das Bild in Y-Richtung verschieben. Steht Schalter "A/OFF/A–B" in Stellung "A–B", wird das Signal von Kanal B ebenfalls zum Verstärker von Kanal A geführt, so dass der Unterschied zwischen den Signalen von Kanal A und Kanal B oszillografiert wird
- Elektronischer Schalter, der, abhängig von der Stellung des Multivibrators, das Signal sperrt oder durchlässt
- Kanal B, der mit einer Umkehrschaltung für Signalpolarität ausgerüstet ist.
  Letzterer wird mit Schalter "B/OFF/–B" betätigt
- Steuerstufe für die elektronischen Schalter, die aus einem bistabilen Multivibrator und einem Sperrschwinger besteht.
  In Stellung "CHOPP" von Schalter "CHOPP/ALT" funktioniert der Sperrschwinger mit einer festen Frequenz, und die elektronischen Schalter werden der Reihe nach geöffnet und geschlossen, so dass in derselben Reihenfolge ein Teil des Signals von Kanal A und ein Teil des Signals von Kanal B dargestellt wird.
  In Stellung "ALT" schwingt der Sperrschwinger nicht und wird er von den Rücklaufsignalen des Hauptzeitablenkgenerators gesteuert, so dass abwechselnd die kompletten Signale von Kanal A und Kanal B dargestellt werden.
  In Stellung "OFF" von Schalter "A/OFF/A–B" wird das Signal von Kanal A vom elektronischen Schalter gesperrt.
  In Stellung "OFF" von Schalter "B/OFF/–B" wird das Signal von Kanal B gesperrt.
  Wenn Schalter X DEFL in Stellung "EXT via Y_B" steht, wird das Signal von Kanal B über den elektronischen Schalter und eine Torschaltung dem X-Ausgangsverstärker zugeführt.

Den elektronischen Schaltern nachgeschaltet ist die Schaltung für beide Y-Kanäle.
Diese Schaltungen sind:

- Eine Verstärkerstufe mit zwei Schaltern, und zwar:
  - Schalter "GAIN", mit dem der Ablenkkoeffizient beider Kanäle um einen Faktor 10 gesteigert werden kann
  - Schalter "BEAMFINDER", mit dem der Ablenkkoeffizient dermassen verringert werden kann, dass das Signal immer auf dem Schirm sichtbar ist
- Eine Steuerstufe für die Verzögerungsleitung
- Eine Verzögerungsleitung, welche die Y-Signale dermassen verzögert, dass die steilen Anstiegsflanken schneller Signale stets auf dem Schirm sichtbar sind
- Ein Ausgangsverstärker, der die Signale den Y-Ablenkplatten zuführt.

C. ZEITABLENKGENERATOREN

Sowohl der Hauptzeitablenkgenerator wie der verzögerte Zeitablenkgenerator verfügen über folgende Schaltungen:

- Eine gemeinsame Triggerabnahmestufe, welche die den Y-Kanälen A und B entstammenden Signale verstärkt und an die Triggereinheiten weiterleitet. In Stellung "A–B" von Schalter "A/OFF/A–B" liefert est statt Signal A das Signal A–B.
- Schalter "Y_A/Y_B/EXT" mit dem die Triggersignalquelle gewählt wird
- Schalter "LF/HF/DC", mit dem der Eingangsfrequenzbereich der Triggerschaltung gewählt wird
  Eine Verstärkerstufe, die ausgerüstet ist mit:
  - Potentiometer "LEVEL", mit dem der Triggerpegel variiert wird.
    Bei ausgezogenem Knopf "LEVEL" wird der Bereich von Potentiometer "LEVEL" 5-mal so gross
  - Schalter "+/–", mit dem die Polarität des Triggersignals umgekehrt werden kann, wodurch Triggerung auf sowohl der positiven als auf der negativen Flanke der Eingangssignale möglich ist.
- Einem Impulsformer und einem Differenzierglied, die scharf abgegrenzte Triggerimpulse zum Schalten des Sägezahn-Tormultivibrators liefern (und in Stellung "AUTO" von Schalter "SINGLE/TRIGG/AUTO" zum Steuern des Automaten im Hauptzeitablenkgenerator).
- Einem Sägezahn-Tormultivibrator, der den Integrator startet und stoppt
- Einem Integrator, der das für die X-Ablenkung erforderliche Sägezahn-Signal liefert.
  Dieser Integrator enthält Ladekondensatoren und Widerstände, die, zum Einstellen der Zeitmassstäbe in kalibrierten Stufen, mit Schalter "TIME/DIV" gewählt werden.
  Stufenlose Einstellung der Zeitmassstäbe erfolgt mit Potentiometer "TIME/DIV".
- Einer Sperrschaltung, die den Sägezahn-Tormultivibrator zurückschaltet und dessen Eingang während des Rücklaufs des Sägezahnsignals sperrt.

Der Hauptzeitablenkgenerator enthält also:

- Eine automatisch freilaufende Schaltung (Automat), die den Hauptzeitablenkgenerator freilaufend macht, wenn keine Triggerimpulse vorhanden sind. (Der Automat arbeitet nur in Stellung "AUTO" von Schalter "SINGLE/TRIGG/AUTO").
- Eine Schaltung für einmalige Zeitablenkung, die dafür sorgt, dass der Hauptzeitablenkgenerator nach Drücken des Knopfes "SET READY" und nach Erhalt des Triggerimpulse nur einen Sägezahnimpuls liefert (diese Schaltung funktioniert nur in Stellung "SINGLE" von Schalter "SINGLE/TRIGG/AUTO).

Der verzögerte Zeitablenkgenerator enthält auch:

- Schalter "DELAY TIME MULTIPLIER", einen Komparator und einen Reset-Multivibrator, die die verzögerungszeit für den verzögerten Zeitablenkgenerator bestimmen
- Schalter "AFTER DELAY TIME", mit dem die Betriebsarten des verzögerten Zeitablenkgenerators gewählt werden können, nämlich:
  - Stellung "STARTS": Der verzögerte Zeitablenkgenerator startet sofort nach der Verzögerungszeit
  - Stellung "TRIGG": Der verzögerte Zeitablenkgenerator wird - nach Ablauf der Verzögerungszeit - von den, seiner Triggereinheit entstammenden, Impulsen getriggert.
- Wenn Schalter "X DEFL" in Stellung "MAIN TB" steht, wird jener Bildteil hellgesteuert, der mit der verzögerten Ablenkung zusammenfällt, ausgenommen in Stellung "OFF" des Schalters "TIME/DIV".

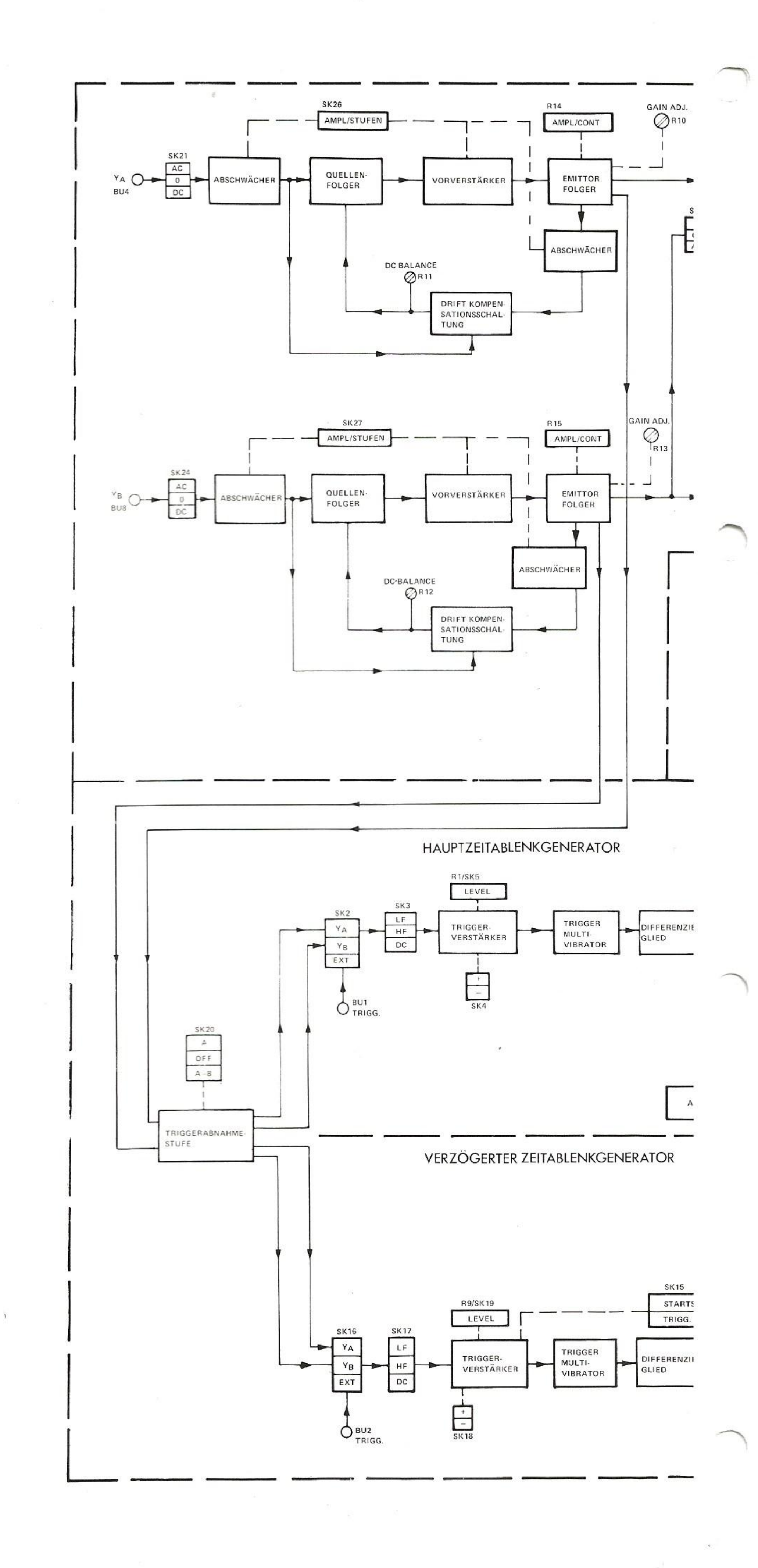
D. X-VERSTÄRKER

Dieser Verstärker dient zum Verstärken einer der internen Sägezahnspannungen oder des Signals von Y-Kanal B (abhängig von der Stellung des Schalters "X DEFL"), bevor diese den X-Ablenkplatten zugeführt wird.

Die Schaltung verfügt weiter über:
- Einsteller "X POSITION", mit dem das Schirmbild in X-Richtung verschoben wird (funktioniert nicht in Stellung "EXTERN via Y_B")
- Schalter "X MAGN", mit dem die X-Verstärkung um einen Faktor 5 erhöht werden kann (funktioniert nicht in Stellung "EXTERN via Y_B")
- Schalter "BEAMFINDER", mit dem der Ablenkkoeffizient dermassen herabgesetzt werden kann, dass das Signal immer auf dem Schirm sichtbar ist.

E. ANDERE EINHEITEN

PM 3250 verfügt weiter über folgende Einheiten:
- Eine Hellsteuerschaltung mit einem Gleich- und einem Wechselspannungseingang
- Katodenstrahlröhrenschaltung mit Einstellern "INTENS" und "FOCUS"
- Stabilisierte Speisung, die Speisespannungen für sowohl die Schaltungen als auch die Katodenstrahlröhre liefert
- Kalibriereinheit


SK26
AMPL/STUFEN
R14
AMPL/CONT
GAIN ADJ.
R10
SK21
AC
0
DC
YA
BU4
ABSCHWÄCHER
QUELLEN-
FOLGER
VORVERSTÄRKER
EMITTOR
FOLGER
ABSCHWÄCHER
DC BALANCE
R11
DRIFT KOMPEN-
SATIONSSCHAL-
TUNG
SK27
AMPL/STUFEN
R15
AMPL/CONT
GAIN ADJ.
R13
SK24
AC
0
DC
YB
BU8
ABSCHWÄCHER
QUELLEN-
FOLGER
VORVERSTÄRKER
EMITTOR
FOLGER
ABSCHWÄCHER
DC-BALANCE
R12
DRIFT KOMPEN-
SATIONSSCHAL-
TUNG
HAUPTZEITABLENKGENERATOR
R1/SK5
LEVEL
SK2
YA
YB
EXT
SK3
LF
HF
DC
TRIGGER-
VERSTÄRKER
TRIGGER
MULTI-
VIBRATOR
DIFFERENZIE
GLIED
BU1
TRIGG.
SK4
SK20
A
OFF
A-B
TRIGGERABNAHME-
STUFE
VERZÖGERTER ZEITABLENKGENERATOR
SK15
STARTS
TRIGG.
R9/SK19
LEVEL
SK16
YA
YB
EXT
SK17
LF
HF
DC
TRIGGER-
VERSTÄRKER
TRIGGER
MULTI-
VIBRATOR
DIFFERENZIE
GLIED
BU2
TRIGG.
SK18

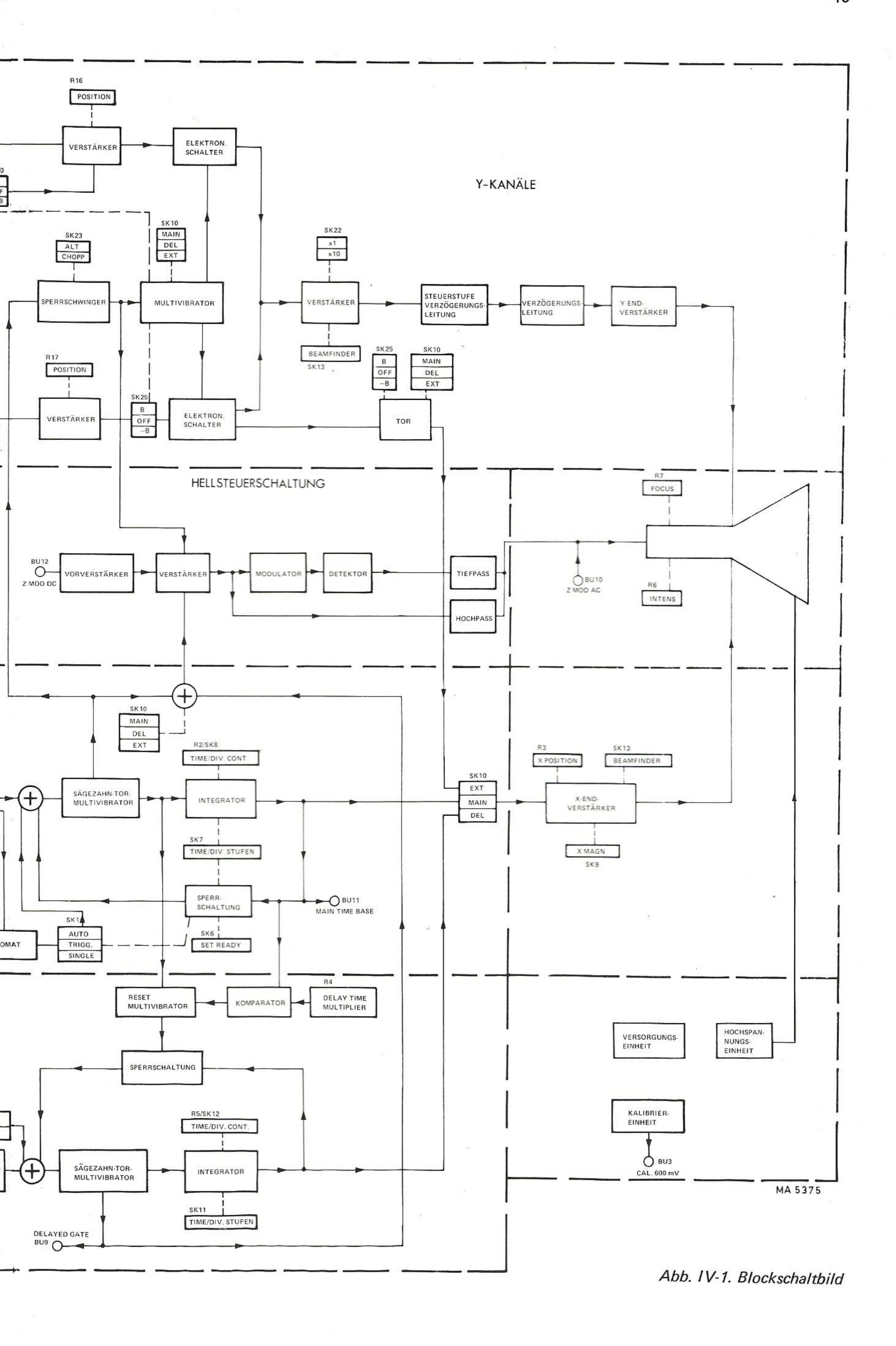


Abb. IV-1. Blockschaltbild

V. Inbetriebnahme

A. NETZSPANNUNGSUMSCHALTER UND SICHERUNGEN

Vor dem Anschliessen des Oszillografen ist zu kontrollieren, ob der Netzspannungsumschalter richtig eingestellt ist. Der Spannungsumschalter, an der Rückseite des Oszillografen, kann für Netzspannungen von 110 V, 125 V, 145 V (SPEC), 200 V und 240 V umgeschaltet werden. Die eingestellte Spannung ist durch eine Offnung in der Abdeckplatte zu sehen.
Der Sicherungshalter an der Rückseite des Oszillografen enthält normalerweise eine Sicherung von 1 A, die gegen einen Type von 2 A ausgewechselt werden muss, wenn der Oszillograf an Netzspannungen unter 200 V angeschlossen wird (siehe Abschnitt II).
Vor dem Anschliessen des Oszillografen an das Netz ist der Wert dieser Schaltung zu prüfen. Die Verwendung reparierter Sicherungen und das Kurzschliessen der Sicherungshalter ist verboten.

B. ERDUNG

Aus Sicherheitsgründen ist der Oszillograf entweder an der Erdungsklemme an der Vorderseite des Gerätes (gekennzeichnet mit ⏚) oder über das Netzkabel zu erden, vorausgesetzt, dass das Gerät an eine Schukosteckdose angeschlossen wird. Es ist auch darauf zu achten, dass die Erdleitung des Oszillografen nicht unterbrochen wird, z.B. durch ein Verlängerungskabel oder eine andere nicht geerdete Vorrichtung.
Eine doppelte Erdung ist zu vermeiden, da hierdurch Brummstörungen entstehen können.

C. EINSCHALTEN

Vor dem Einschalten kontrollieren, ob der Netzspannungsumschalter richtig eingestellt ist. Der Schalter POWER ON befindet sich, zusammen mit einer Signallampe, an der Vorderseite des Gerätes direkt unter dem Bildröhrenrahmen.
Der Oszillograf darf niemals eingeschaltet werden, wenn eine Leiterplatte fehlt.
Die Leiterplatten dürfen frühestens 1 Minute nach dem Ausschalten des Gerätes herausgenommen werden.



Abb. V-1. Hinteransicht

VI. Bedienungsorgane

HAUPTZEITABLENKGENERATOR

AUTO/TRIGG/SINGLE

Betriebsartenschalter mit drei Stellungen:
AUTO : In Abwesenheit von Triggersignalen ist Hauptzeitablenkung freilaufend.
TRIGG : Hauptzeitablenkung wird normalerweise getriggert.
SINGLE: Zeitablenkung läuft nur einmal ab.

Y_A/Y_B/EXT

Wahl der Triggerquelle:
Y_A : Triggerung auf dem an Kanal A geführten Signal oder auf dem Differenzsignal in Stellung A–B von Schalter A/OFF/A–B.
Y_B : Triggerung auf dem an Kanal B geführten Signal.
EXT: Triggerung auf einem externen Signal.

LF/HF/DC

Wahl der Triggerkopplung
LF : über einen Bandpass für Frequenzen zwischen 3 Hz und 1 MHz.
HF : über einen Hochpass für Frequenzen über 2 kHz.
DC : Triggersignale werden sofort gekoppelt.

+/–

Triggerungswahl auf der positiv oder der negativ gerichteten Flanke des Triggersignals.

LEVEL

Einstellung des Triggerpegels.

PULL FOR x5

Mit Hilfe dieses Zug-Druck-Schalters erzielt man eine 5fache Pegelbereichsdehnung.

SET READY

Steht Schalter AUTO/TRIGG/SINGLE in Stellung SINGLE, so läuft die Zeitablenkung nach Drücken des Knopfes SET READY nur einmal ab.

TIME/div oder DELAY TIME

Stufenweise Einstellung des Zeitmassstabes der Hauptzeitablenkung.

TIME/div. - CAL (rot)

Stufenlose Einstellung des Zeitmassstabes der Hauptzeitablenkung.
In Stellung CAL wird der Zeitmassstab kalibriert.

TRIGG
1 MΩ//20 pF

BNC-Eingangsbuchse für externe Triggerung.

X-VERSTARKER

X POSITION

X-Stellung des Bildes, ausgenommen in pos. EXTERN via Y_B des Schalters X DEFL.

X MAGN
PULL FOR x5 (rot)

X-Zeitmassstab wird mit dem Zug-Druck-Schalter fünfmal gedehnt.

MAGN. ON

Signallampe; leuchtet auf, wenn Schalter X MAGN in Stellung x5 steht.

X DEFL.

Wahlschalter mit drei Stellungen:
MAIN TB : X-Ablenkspannung wird von der Hauptzeitablenkung geliefert, und ein Teil des Bildes wird zusätzlich hellgesteuert (ausgenommen in Stellung OFF des verzögerten Zeitablenkung Schalters TIME/div.).
DEL'D TB : Die verzögerte Zeitablenkung liefert die X-Ablenkspannung.
EXTERN via Y_B : Eine externe Quelle liefert die X-Ablenkspannung über den Y-Kanal B.

VERZOGERTER ZEITABLENKGENERATOR

DELAY TIME MULTIPLIER	Verzögerungseinsteller in Kombination mit den Einstellern TIME/div. des Hauptzeitablenkgenerators.
AFTER DELAY TIME	Wahl des Startpunkts des verzögerten Zeitablenkgenerators nach Ablauf der Verzögerungszeit: STARTS: die verzögerte Ablenkung wird sofort nach der Verzögerungszeit gestartet. TRIGG : die verzögerte Zeitablenkung wird nur nach Ablauf der Verzögerungszeit gestartet, und zwar nach Erhalt eines Triggerimpulses.
Y_A/Y_B/EXT	Y_A : Triggerung am an Kanal A geführten Signal oder am Differenzsignal in Stellung A–B von Schalter A/OFF/A–B. Y_B : Triggerung am an Kanal B geführten Signal EXT: Triggerung am externen Signal.
LF/HF/DC	Wahl der Triggerkopplung LF : über einen Bandpass für Frequenzen zwischen 3 Hz und 1 MHz HF : über einen Hochpass für Frequenzen über 2 kHz DC : Triggersignale werden direkt gekoppelt.
TIME/div.	Stufenweise Einstellung der Zeitmassstäbe der verzögerten Zeitablenkung In Stellung OFF wird die verzögerte Zeitablenkung abgeschaltet.
TIME/div. - CAL (rot)	Stufenlose Einstellung der Zeitmassstab kalibriert.

TRIGG

1 MΩ//20 pF	BNC-Eingangsbuchse für externe Triggerspannung
+/–	Wahl der Triggerung auf der positiv oder auf der negativ gerichteten Flanke des Triggersignals.
LEVEL	Triggerpegeleinstellung
PULL FOR x5	Mit diesen Zug-Druck-Schalter kann der Bereich LEVEL auf das 5fache gedehnt werden

Y-KANALE

GAIN	Wahlschalter mit zwei Stellungen.
x1 - x10	x1 : Die Y-Ablenkkoeffizienten haben den auf der Frontplatte angegebenen Wert x10: Die Y-Ablenkkoeffizienten sind zehnmal kleiner als auf der Frontplatte angegeben. Die Bandbreite ist auf 5 MHz begrenzt.
ALT/CHOPP	ALT : Das Bild wird am Ende des Hauptzeitablenksignals von einem Y-Kanal auf den anderen umgeschaltet. CHOPP : Das Bild wird bei einer Festfrequenz von einem Y-Kanal auf den anderen umgeschaltet
⏚	Erdbuchse.

KANAL A

A/OFF/A–B	Wahlschalter mit drei Stellungen A : Das an Kanal A geführte Signal wird oszillografiert OFF : Das an Kanal A geführte Signal wird nicht oszillografiert (bleibt jedoch für interne Triggerung verfügbar). A–B : Der Unterschied zwischen den an Kanal A und den an Kanal B geführten Signalen wird oszillografiert (Differenzstellung).
POSITION	Y-Stellung des Bildes.

GAIN ADJ.	Die Einstellung der Verstärkung des Vorverstärkers von Kanal A erfolgt mit einem Schraubenzieher.
AMPL.	Stufenweise Einstellung der Y-Ablenkkoeffizienten.
AMP – CAL (rot)	Stufenlose Einstellung der Y-Ablenkkoeffizienten. In Stellung CAL werden die Ablenkkoeffizienten kalibriert.
DC BAL	Einstellung des Gleichspannungsgleichgewichts des Y-Verstärkers von Kanal A erfolgt mit einem Schraubenzieher.
AC-0-DC	Wahlschalter mit drei Stellungen: AC: Verbindung zwischen Eingangsbuchse und Eingangsschaltung über einen Sperrkondensator. 0 : Verbindung zwischen Eingangsbuchse und Eingangsschaltung verbrochen. Ausserdem ist Eingangsschaltung geerdet. DC: Direkte Verbindung zwischen der Eingangsbuchse und der Eingangsschaltung.
1 MΩ//20 pF	BNC-Eingangsbuchse für Kanal A.
PROBE POWER	Speisung für aktives Zubehör.

KANAL B

B/OFF/–B	Wahlschalter mit drei Stellungen: B : Das an Kanal B geführte Signal wird auf dem Schirm dargestellt OFF : Das an Kanal B geführte Signal wird nicht auf dem Schirm dargestellt (es bleibt jedoch für die interne Triggerung vorhanden). –B : Das an Kanal B geführte Signal wird umgekehrt oszillografiert.
POSITION	Y-Stellung des Bildes
GAIN ADJ.	Die Einstellung der Verstärkung des Vorverstärkers von Kanal B erfolgt mit einem Schraubenzieher.
AMPL.	Stufenweise Einstellung der Y-Ablenkkoeffizienten.
AMPL – CAL (rot)	Stufenlose Einstellung der Y-Ablenkkoeffizienten. In Stellung CAL werden die Ablenkkoeffizienten kalibriert.
DC BAL	Einstellung des Gleichspannungsgleichgewichts des Y-Verstärkers von Kanal B erfolgt mit einem Schraubenzieher.
AC-0-DC	Wahlschalter mit drei Stellungen: AC : Verbindung zwischen Eingangsbuchse und Eingangsschaltung über einen Sperrkondensator. 0 : Verbindung zwischen Eingangsbuchse und Eingangsschaltung verbrochen. Ausserdem ist Eingangsschaltung geerdet. DC : Direkte Verbindung zwischen Eingangsbuchse und Eingangsschaltung.
1 MΩ//20 pF	BNC-Eingangsbuchse für Kanal B.
PROBE POWER	Speisung für aktives Zubehör.

LEUCHTSCHIRM

INTENS	Hellsteuerung des Bildes.
FOCUS	Fokussierung des Elektronenstrahls.
ILLUM	Stufenlose Einstellung der Rasterbeleuchtung.
BEAMFINDER	Durch Drücken dieses Knopfes werden die Ablenkkoeffizienten dermassen verringert, dass die Bilder auf dem Schirm sichtbar sind.

EICHSPANNUNG

CAL 600 mV - 2 kHz	BNC-Ausgangsbuchse, an der eine 600-mV-Rechteckspannung mit einer Frequenz von 2 kHz vorhanden ist. Beim Kurzschluss ist die Ausgangsstrom 6 mA (PM 9040).

OSZILLOGRAFEN-RUCKSEITE

DEL.D + GATE	BNC-Ausgangsbuchse, an der die verzögerten +2-V-Auftastimpulse vorhanden ist.
MAIN TIME BASE	BNC-Ausgangsbuchse, an der die Sägezahnspannung (0 bis 8 V) der Hauptzeitablenkung vorhanden ist.
⏚	Erdbuchse.
Z INPUT	
DC COUPLED (1 MΩ//20 pF)	DC-Eingang zur Hellsteuerung des Elektronenstrahls
AC COUPLED (50 Ω)	AC-Eingang zur Hellsteuerung des Elektronenstrahls

PM 3250X

Zusätzliche Funktionsbeschreibung, siehe Abb. VI-2.

1. X MAGN PULL FOR x10	10 fache Erhöherung der X-Ablenkung mit Zugschalter.
2. PUSH FOR MAINS	Drucktaste für Triggerung des Zeitablenkgenerators mit Netzfrequenz.
3. −VIDEO	Diese Drucktaste muss bei negativ modulierten Fernsehsignalen gedrückt werden.
4. PULL FOR TV FRAME	Diesen Knopf herausziehen, wenn mit der Bildfrequenz des Fernsehsignals getriggert werden soll.
5. /EXT. X	Eingangsbuchse für externe X-Ablenkung
6. X-DEFL. EXTERN	Schaltstellung für externe X-Ablenkung
7. –	Schraubenziehereinstellung für Abschwächung der X-Ablenkung. Am rechten Anschlag ist die Verstärkung kalibriert (1 V/div.).
8. PULL FOR TV LINE	Knopf herausziehen, wenn mit der Zeilenfrequenz des Fernsehsignals getriggert werden soll.

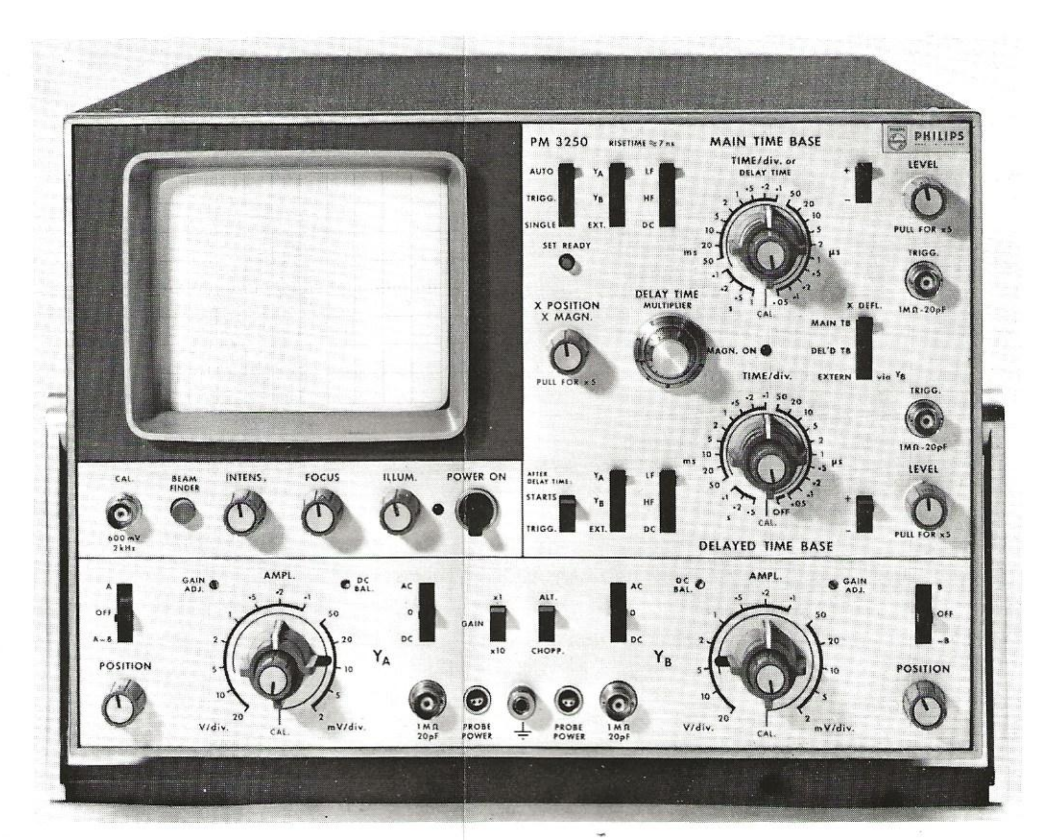


Abb. VI-1. Vorderansicht

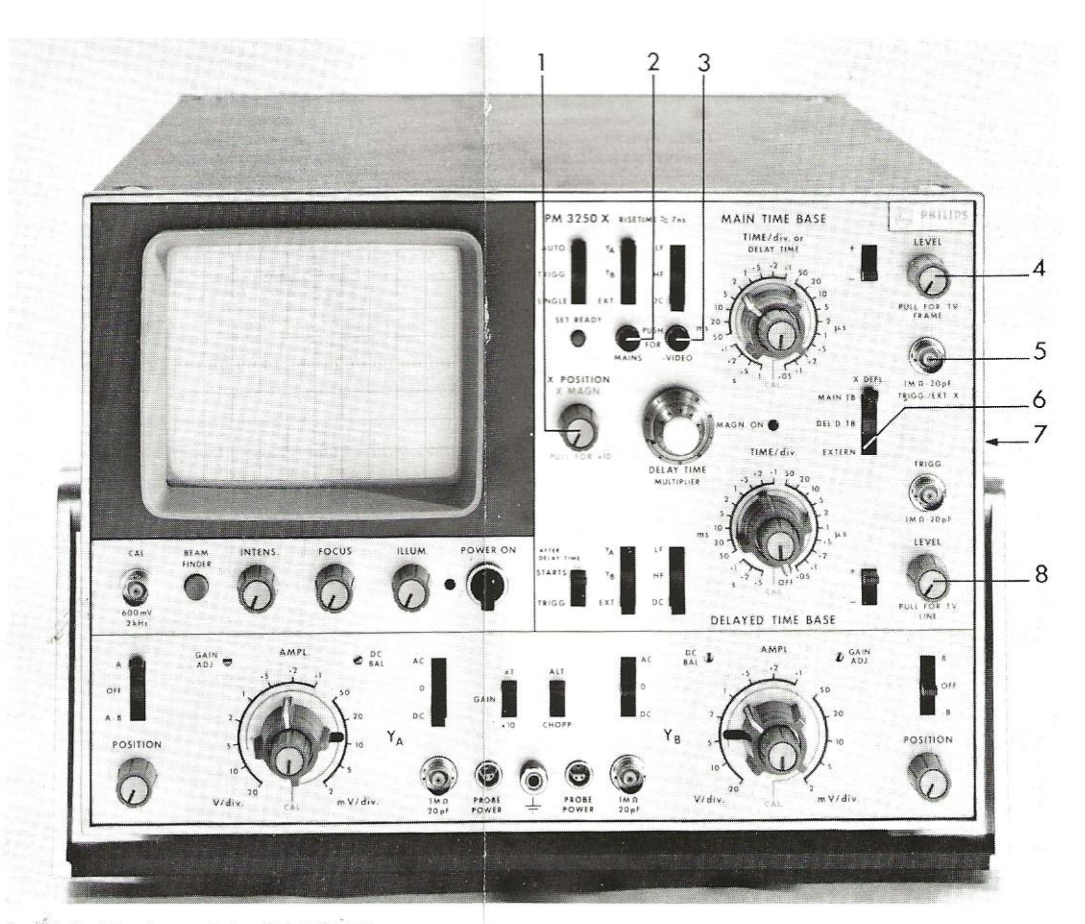


Abb. VI-2. Vorderansicht PM 3250X

VII. Betrieb

A. VORBEREITENDE EINSTELLUNGEN

1. Einstellen Gleichspannungsgleichgewicht (DC BAL)

- Schalter A/OFF/A–B in Stellung A.
- Schalter AUTO/TRIGG/SINGLE in Stellung AUTO
- Schalter GAIN in Stellung x1
- Schalter AMPL in Stellung 2 mV/div. und Feineinsteller in Stellung CAL bringen
- Bild mit Potentiometer POSITION zentrieren
- DC BAL so einstellen, dass die Linie nicht verspringt, wenn man den Schalter AC/0/DC abwechselnd in Stellung 0 und DC bringt.
- Schalter x1/x10 in Stellung x10 bringen und im Bedarfsfall erneut einstellen.

2. Verstärkungseinstellung (GAIN ADJ.)

- Schalter AC/0/DC in Stellung DC
- Schalter x1/x10 in Stellung x1
- Buchse CAL mit Eingangsbuchse Y_A verbinden
- Schalter AMPL in Stellung .1 V/div. und stufenlosen Einsteller in Stellung CAL
- Prüfen, ob die Bildhöhe genau 6 Teile beträgt
  Gegebenenfalls mit Potentiometer GAIN ADJ einstellen.

B. ALLGEMEINE HINWEISE UBER BETRIEB

1. Schalter AC/0/DC

Die zu beobachtenden Signale sind entweder an die Eingangsbuchse Y_A oder Y_B oder an beide zu legen. Abhängig von der Zusammenstellung dieses Signals ist Schalter AC/0/DC in Stellung AC oder DC zu bringen. In Stellung DC wird der Eingang unmittelbar mit dem Y-Verstärker gekoppelt. Da dieser Verstärker gleichspannungsgekoppelt ist, ist die komplete Bandbreite verfügbar. Dies heisst, dass die Eingangsspannungen ganz den Ablenkplatten zugeführt werden, was impliziert, dass die Gleichspannungskomponenten als Bildverschiebungen auf dem Schirm sichtbar sind. Beim Oszillografieren von hohen Gleichspannungen überlagerten Signalen kann dies Schwierigkeiten verursachen. Will das Signal in solchen Fällen nach wie vor sichtbar sein, so ist eine grössere Abschwächung notwendig, was wieder zur Folge hat, dass das Wechselspannungssignal auch stark abgeschwächt wird. In dem Falle ist Schalter AC/0/DC in Stellung AC zu bringen, in der ein Kondensator in Serien mit dem Y-Verstärkereingang geschaltet wird. Daher werden nicht nur die Gleichspannungen, sondern auch die niedrigen Frequenzen (bis etwa 10 Hz) am Wechselspannungssignal unterdrückt oder abgeschwächt. Beim Darstellen von niederfrequenten Rechteckspannungen hat dies dann eine Dachschräge zur Folge.
Stellung 0 des Eingangsschalters ermöglicht es, den 0-V-Gleichspannungspegel schneller zu bestimmen. In dieser Stellung wird der Anschluss zwischen dem Eingang und dem Verstärker verbrochen und der Verstärkereingang geerdet; das Gleichspannungsgleichgewicht des Verstärkers ist nun einstellbar.

2. Schalter A/OFF/A–B

Wenn dieser Schalter in Stellung A steht, werden die an Kanal A geführten Signale so dargestellt, dass die positiv gerichteten Eingangssignale auf dem Schirm eine Ablenkung nach oben verursachen. In Stellung "OFF" wird der elektronische Schalter von Kanal A gesperrt, so dass dem Ausgangsverstärker kein Eingangssignal zugeführt wird. Es ist jedoch möglich, Kanal A für Triggerzwecke zu benutzen.
Der Zwischenverstärker ist ein Differenzverstärker.
In Stellung A des Schalters A/OFF/A–B wird ein Eingang geerdet.
In Stellung A–B, im Differenzverstärkerbetrieb, wird das Eingangssignal des Zwischenverstärkers von Kanal B diesem Eingang zugeführt. Somit wird die Differenz der Signale von Kanälen A und B dargestellt. Gleichzeitig wird das Signal von Kanal B dargestellt, das, abhängig von der Stellung von Schalter B/OFF/–B, normal oder umgekehrt ist. Die Stellung dieses Schalters beeinflusst das an den Differenzverstärker geführte Signal nicht, da dieses Signa vor dem Polaritätsschalter abgenommen wurde.
Zum Triggern in Differenzbetrieb wird auf **B.6.c.** verwiesen.

3. Schalter B/OFF/–B

Steht dieser Schalter in Stellung B, so werden die an Kanal B geführten Signale so dargestellt, dass die positiv gerichteten Signale auf dem Schirm eine Ablenkung nach oben verursachen.
In Stellung OFF wird der elektronische Schalter von Kanal B gesperrt, so dass dem Ausgangsverstärker kein Eingangssignal zugeführt wird. Es ist jedoch möglich, Kanal B für Triggerzwecke zu verwenden.
In Stellung –B werden die an Kanal B geführten Signale dermassen dargestellt, dass die positiv gerichteten Signale auf dem Schirm eine Ablenkung nach unten verursachen.

4. Schalter ALT/CHOPP

In Stellung ALT wird die Darstellung beim Rücklauf des Hauptzeitablenksignals von einem Kanal auf den anderen umgeschaltet.
Obwohl Stellung ALT für alle Ablenkzeiten verwendet werden kann, liefert Stellung CHOPP eine bessere Bildgüte für lange Ablenkzeiten, da das abwechselnd Darstellen der beiden angeschlossenen Signal während dieser langen Ablenkzeiten deutlich sichtbar ist.
In Stellung CHOPP wird die Darstellung mit einer Festfrequenz von einem Kanal auf den anderen umgeschaltet.
Während kurzer Ablenkzeiten ist die Bildqualität in Stellung ALT besser.

5. Schalter GAIN x1 - x10

In Stellung x10 dieses Schalters wird die Empfindlichkeit beider vertikalen Kanäle um einen Faktor 10 erhöht. Die Bandbreite in dieser Stellung wird auf 5 MHz begrenzt, um das bei extrem empfindlichen Verstärkern auftretende Rauschen zu reduzieren.
Ein weiterer wichtiger Vorteil dieser Stellung ist, dass der Verschiebungsbereich der Potentiometer POSITION von 24 auf 160 Teile erweitert wird, da Schalter GAIN sich in der Schaltung hinter den Einstellern POSITION befindet.

Beispiel:
Einen Ablenkkoeffizient von 20 mV/Teil erhält man dadurch, dass man Schalter AMPL in Stellung 20 mV/div. oder Schalter AMPL. in Stellung .2 V/div. und Schalter GAIN in Stellung x10 bringt.
Im ersteren Fall beträgt der Einstellbereich 24 Teile, im letzteren Fall 160 Teile. In jenen Fällen, in denen sehr kleine Signale, die grossen Signalen überlagert sind, beobachtet werden müssen, ist die zweite Möglichkeit sehr verwendbar, so lange die beschränkte Bandbreite nicht nachteilig ist.

6. Triggerung

a. Allgemein

Wenn ein Signal dargestellt werden soll, muss, zum Erhalt eines stillstehenden Bildes, die X-Ablenkung stets an einem festen Punkt des Signals gestartet werden. Der Zeitablenkgenerator wird daher von in der Triggereinheit erzeugten schmalen Triggerimpulsen gestartet. Ein dem Y-Eingangssignal oder einer externen Quelle entstammendes Signal steuert diese Einheit.

b. Triggerkopplung

Mit Schalter LF/HF/DC sind drei verschiedene Triggerkopplungsmethoden wählbar. Die Stellungen LF und HF begrenzen die Übertragungscharakteristik.
In Stellung LF wird ein Bandpass 3 Hz bis 1 MHz eingesetzt.
Diese Stellung kann zum Herabsetzen von durch Rauschen verursachten Störungen verwendet werden.
In Stellung HF wird ein 2-k-Hz-Hochpass eingesetzt. Diese Stellung kann zum Herabsetzen von Störungen infolge beispielsweise Brummen verwendet werden.
In Stellung DC schliesslich wird das Triggersignal unverändert durchgelassen.

c. Selektieren der Triggerquelle und Einstellen des Triggerpegels

Das Triggersignal wird, abhängig von der Schalter Y_A/Y_B/EXT von Kanal A (Stellung Y_A), Kanal B (Stellung Y_B) oder von einer externen Quelle (Stellung EXT) erhalten. In der Differenzstellung des Y-Verstärkers ist das Kanal A entstammende Triggersignal das Differenzsignal das nicht vom stufenlosen Einsteller AMPL. beeinflusst ist.
Der Triggerimpulsformer ist ein zweifach gesteuerter Multivibrator, der von den Ausgangssignalen eines Differenzverstärkers umgeschaltet wird. Das Triggersignal (das nicht vom stufenloser Einsteller AMPL. beeinflusst wird) wird einem Eingang des Differenzverstärkers zugeführt, während eine mit Potentiometer LEVEL einstellbare Gleichspannung dem anderen Eingang zugeführt wird. Abhängig von dieser Einstellung wird der gewählte Teil des Triggersignals mit dem Differenzverstärker verstärkt, und der Multivibrator wird somit auf den festen Punkt des Triggersignals geschaltet (Abb. VII-1).

Dies bedeutet, dass die Möglichkeit besteht, mit Hilfe des Einstellers LEVEL die Form des Triggersignals abzutasten (bei interner Triggerung gleich der Form des darzustellenden Signals) und also den Punkt zu wählen, an dem der Multivibrator umgeschaltet wird.
Potentiometer LEVEL ist mit einem Zug-Druck-Schalter befestigt, der es gestattet, für grössere Triggersignale auf das 5fache zu dehnen.

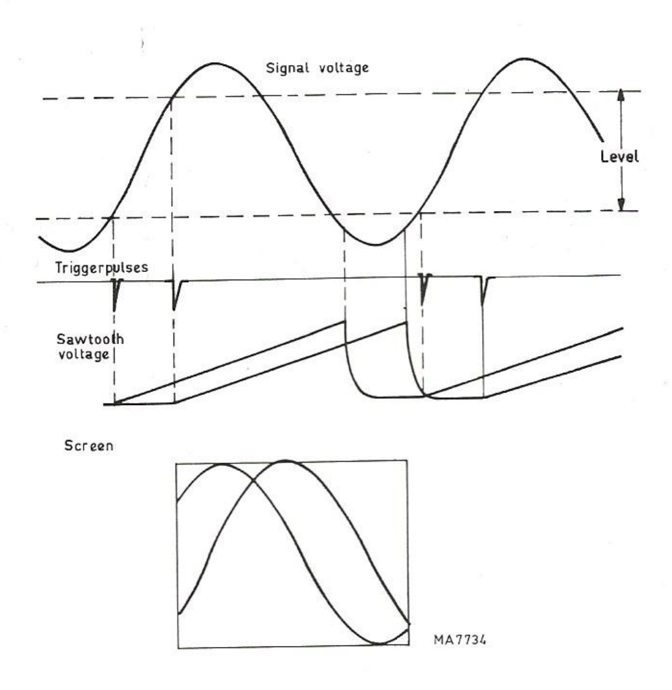


Abb. VII-1. Abtasten der Wellenform zur Untersuchung dieser Form mit Potentiometer LEVEL

d. Triggerpolarität

Mit dem Triggerpolaritätsschalter +/– ist Triggerung möglich, nach belieben mit der positiv oder der negativ gerichteten Flanke des Triggersignals.

e. Automatisches Triggern

Wenn Schalter AUTO/TRIGG/SINGLE in Stellung AUTO steht - und wenn keine Triggerimpulse vorhanden sind - ist der Zeitablenkgenerator automatisch freilaufend. Das Bild ist daher stets sichtbar.
Diese Stellung kann in der Mehrzahl der Anwendungen verwendet werden. Sobald Triggerimpulse vorhanden sind, wird der freilaufende Betrieb der Zeitablenkung automatisch beendet und der Zeitablenkgenerator erneut getriggert, vgl. Punkte b, c und d.
In den Stellungen TRIGG und SINGLE ist der Automat ausgeschaltet. Einstellung LEVEL ist auch in Stellung AUTO von Schalter AUTO/TRIGG/SINGLE verwendbar.

7. Stellung Single und Verwendung der Knopfes "Set Ready"

Wenn einmalige Vorgänge beobachtet (und normalerweise fotografiert) werden müssen, empfiehlt es sich oft, sicherzustellen, dass nur ein Sägezahn erzeugt wird, selbst wenn die Möglichkeit bestünde, nach Darstellung dieses Vorgangs verschiedene Triggerimpulse zu erzeugen. Der betreffende einmalige Sägezahn soll selbstverständlich von einem Triggerimpuls getriggert werden.
Hierzu den Betriebsartenschalter in Stellung SINGLE bringen.
Der erste Impuls, der nach Loslassen des gedrückten Knopfes SET READY erscheint, startet den Zeitablenkgenerator.
Das Bild wird nur einmal geschrieben. Die Zeitablenkung wird dann blockiert, bis Knopf SET READY wieder betätigt wird.
Die Lampe in Knopf SET READY leuchtet auf, sobald dieser Knopf losgelassen wird und erlischt nur, wenn der Sägezahn beendet ist.

8. Schalter X MAGN.

Dieser Schalter ist ein Zug-Druck-Schalter, der in Stellung x5 die X-Ablenkung auf das 5fache erweitert (ausgenommen in Stellung EXTERN via Y_B von Schalter X DEFL.). Der in den zwei zentralen X-Teilen in Stellung x1 dargestellte Signalteil wird in Stellung x5 über die Gesamtbreit des Schirmes geschrieben.

Jeder Teil lässt sich mit Einsteller X POSITION auf dem Schirm sichtbar machen und sich somit genau beobachten.
In Stellung x5 von X MAGN. wird die Ablenkzeit des Sägezahns durch Teilen des Wertes TIME/div. durch 5 ermittelt.

9. Gebrauch der verzögerten Zeitablenkung

Die verzögerte Zeitablenkung kann für genaue Zeitmessungen (Abschn. VIII-C4), zum Messen von Impulsbreiten sowie zum genauen Beobachten komplexer Signale verwendet werden. Sobald der verzögerte Zeitablenkgenerator nicht länger in Stellung OFF steht, wird ein Teil des dargestellten Signals in Stellung MAIN TB von Schalter X DEFL. auf dem Schirm zusätzlich beleuchtet.
Mit DELAY TIME MULTIPLIER ist dieser Teil über die Zeitachse verschiebbar. Die Zeitdauer dieses zusätzlich beleuchteten Teils ist mit den Einstellern TIME/div. des verzögerten Zeitablenkgenerators sowohl stufenweise wie stufenlos einstellbar.
Mit Schalter X DEFL. in Stellung DEL'D TB wird dieser Teil über die gesamte Schirmbreite sichtbar gemacht.
Die vorherige Beschreibung bezieht sich auf Stellung STARTS von Schalter AFTER DELAY TIME. Hier bestimmt das Ergebnis der Einstellung des Hauptschalters TIME/div. und die Einstellung von DELAY TIME MULTIPLIER die Verzögerungszeit, mit anderen Worten: die Zeit zwischen dem Startpunkt des Hauptzeitablenkgenerators und dem Startpunkt des verzögerten Zeitablenkgenerators.
In Stellung TRIGG von Schalter AFTER DELAY TIME startet der erste Triggerimpuls nach der gewählten Verzögerungszeit den Zeitablenkgenerator. Die Triggereinheit der verzögerten Zeitablenkgenerators liefert diesen Triggerimpulse.
Diese Stellung kommt zur Anwendung, wenn ein Zeitjitter eine unscharfe Darstellung des betreffenden Details verursachen sollte. Dieser Zeitjitter kann ein Teil des zu untersuchenden Signals selber sein, oder, bei extremen Dehnungen, in den Zeitablenkschaltungen entstehen.

10. Externe X-Ablenkung

In Stellung EXTERN via Y_B von Schalter X DEFL. sind beide Zeitablenkgeneratoren ausgeschaltet. Das Signal von Kanal B wird horizontal darrgestellt (Bandbreite 5 MHz). Mit Ausnahme des Schalters GAIN bleiben sämtliche Einsteller von Kanal B in Betrieb.
Die Einsteller X-POSITION und X MAGN. sind ausgeschaltet.

11. Hellsteuerung

Zum Erhalt einer zusätzlichen Information im Bild, wird die Bildhelligkeit von einer extern zugeführten Spannung geändert.
Das externe Signal ist zu dem Zweck an eine der Buchsen Z MOD. an der Oszillografen-Rückseite zu legen.
Die für eine sichtbare Helligkeitsänderung erforderliche Spannungsamplitude ist von der Stellung von Potentiometer INTENS abhängig.
Bei normaler Bildhelligkeit genügt für eine deutlich sichtbare Helligkeitsänderung eine 5-V_{SS}-Spannung.

PM 3250X ZUSATZLICHE BEDIENUNGSANWEISUNGEN

A. DIE SYNCHRONIMPULSTRENNSTUFE

Triggerung von Fernsehsignalen mit Bildfrequenz:
- Ein vollständiges Videosignal an den Y-Eingang anschliessen.
- Den entsprechenden Schalter AMPL so einstellen, dass das Signal mit ausreichender Amplitude dargestellt wird (0,5 Teile genügen für stabile Triggerung).
- Den Triggerschalter des Hauptzeitablenkgenerators Y_A/Y_B/EXT in die entsprechende Stellung setzen.
- Den Schalter PULL FOR TV FRAME ausziehen.
- Den Schalter +/— des Hauptzeitablenkgenerators in Stellung + setzen (ohne Rücksicht auf die Polarität des Videosignals).
- Bei negativ modulierten Videosignalen die Taste PUSH FOR — VIDEO drücken.
  Nun wird das Signal von den Bildsynchronimpulsen getriggert.

Triggerung von Fernsehsignalen mit Zeilenfrequenz.

Wenn eine bestimmte Zeile getriggert werden soll, wie folgt vorgehen:
- Wie oben beschrieben, ein komplettes Bild stabil triggern.

- Mit den Bedienungsorganen der verzögerten Zeitablenkung TIME/div. und Delay time Multiplier die gewünschte Zeile(n) herausgreifen.
- Den Schalter PULL FOR TV LINE ausziehen.
- Den Schalter START/TRIGG in Stellung TRIGG setzen.
- Den Schalter +/– der verzögerten Zeitablenkung auf + stellen.
- Den Schalter X DEFL in Stellung DEL'D TB stellen, damit der hervorgehobene Teil auf dem ganzen Schirm geschrieben wird.
- Für noch ausführlichere Untersuchungen des Zeileninhalts kann der Schalter X MAGN (x10) benutzt werden. Wenn nach dem eben beschriebenen verfahren mit verzögerter Zeitablenkung nur eine einzelne Zeile geschrieben wird, kann es unter ungünstigen Beleuchtungsverhältnissen erforderlich sein, den Lichtschutztbus PM 9366 benutzen.
- Wenn keine bestimmte Zeile getriggert werden soll, ist es besser, mit der normalen Triggerung zu arbeiten und die Synchronimpulstrennstufe nicht zu benutzen.
  Der Schalter LF/HF/DC muss in Stellung DC stehen. Den Schalter +/– und das Potentiometer LEVEL einstellen.

B. NETZTRIGGERUNG

- Den Schalter PUSH FOR MAINS betätigen, damit die Hauptzeitablenkung ein Signal mit Netzfrequenz erhält. Beim Einschalten der Netztriggerung werden alle übrigen Triggerquellen ausgeschaltet (auch die Synchronimpulstrennstufe ist ausser Betrieb).
  Die Schalter +/– können normal benutzt werden.

C. EXTERNE X-ABLENKUNG

Das Signal für die externe Ablenkung an die Buchse TRIGG/EXT. des Hauptzeitablenkgenerators anschliessen.
Schalter X DEFL in Stellung EXTERN setzen.
Schalter ALT/CHOPP in Stellung CHOPP setzen.
Mit Schalter X MAGN und dem Vorwahlpotentiometer (R20) an der rechten Seite des Gehäuses kann der Ablenkkoeffizient des externen X-Eingangssignals eingestellt werden. Wenn der Schalter X MAGN in Stellung x1 steht, lässt sich mit dem Vorwahlpotentiometer für die externe X-Amplitude ein Bereich von 1 V/Teil bis 5 V/Teil einstellen (0,1 V/Teil bis 0,5 V/Teil, wenn der Schalter X MAGN in Stellung x10 steht).
Das Vorwahlpotentiometer ist an den rechten Anschlag zu drehen, wenn der Schalter X MAGN kalibriert sein soll. Mit X POSITION kann das Oszillogramm horizontal verschoben werden.

Wichtig:

1. Wenn die Trennstufe für Synchronimpulse verwendet wird, müssen die Triggerschalter +/– immer in Stellung + stehen.
2. Wenn beide Y-Kanäle und gleichzeitig ein externes X-Signal benutzt werden sollen, muss der Schalter ALT/CHOPP in Stellung CHOPP stehen.

VIII. Anwendungsbeispiele

A. EINLEITUNG

Im folgenden werden diejenigen Grundmessarten beschrieben, die mit Oszillografen PM 3250 durchgeführt werden können. Vor dem Anschliessen eines Eingangssignals an den Oszillografen den Elektronenstrahl wie folgt einstellen:

- Das Gerät an das Netz anschliessen und einschalten.
- Alle Schalter in ihre obere Stellung und alle Potentiometer in ihre Mittelstellung setzen.
- Eventuell den Elektronenstrahl mit Hilfe der Taste BEAMFINDER und den Knöpfen für die Strahlverschiebung (POSITION) mitten auf den Schirm holen.
  Eine optimale Rasterbeleuchtung und ein klares, gut sichtbares Bild lassen sich mit den Knöpfen INTENS, FOCUS und ILLUM einstellen.
  Maximale Genauigkeit erhält man, wenn das Signal so gross wie möglich eingestellt wird. Es ist darauf zu achten, dass die bei den Bedienungsorganen AMPL und TIME/div. stehenden Werte nur dann genau stimmen, wenn die zugehörigen Potentiometer in Stellung CAL stehen.
  Wenn Schalter Gain in Stellung x10 steht, ist die Bandbreite des Oszillografen auf 5 MHz begrenzt und ist der Ablenkkoeffizient um den Faktor 10 erhöht. Die höchste Empfindlichkeit beträgt dann 200 μV/Teil.

B. SPANNUNGSMESSUNGEN

1. Messung des Spitze-Spitze-Wertes

- Das Signal an den Eingang Y_A anschliessen.
- Schalter GAIN auf x1 stellen.
- Schalter AC/0/DC von Kanal A auf AC stellen (auf DC, wenn die Frequenz des zu untersuchenden Signals kleiner als 10 Hz ist).
- Schalter A/OFF/A–B auf A und Schalter B/OFF/–B auf OFF stellen.
- Schalter AUTO/TRIGG/SINGLE auf AUTO stellen.
- Schalter Y_A/Y_B/EXT auf Y_A stellen.
- Schalter HF/LF/DC in die der Frequenz des Signals entsprechende Stellung setzen.
- Schalter X DEFL auf MAIN TB stellen.
- Potentiometer AMPL auf CAL stellen. Diese Einstellung darf während der Messungen nicht geändert werden.
- Mit Knopf POSITION von Kanal A das Signal symmetrisch zur horizontalen Mittellinie des Rasters einstellen.
- Falls erforderlich, mit X POSITION das Signal zentrieren.
- Mit Schalter AMPL von Kanal A das Signal so gross wie möglich einstellen.
- Schalter TIME/div. der verzögerten Zeitablenkung auf OFF und Schalter TIME/div. der Hauptzeitablenkung so einstellen, dass mehrere Perioden des Signals zu sehen sind. Falls erforderlich, mit dem Knopf LEVEL des Hauptzeitablenkgenerators das Bild zum Stillstand bringen.
- Mit POSITION von Kanal A die oberen Spitzen des Signals mit der nächstgelegenen horizontalen Rasterlinie in Deckung bringen, wie es in Abb. VIII-1 zu sehen ist.
- Eine der unteren Spitzen auf die vertikale Mittellinie des Rasters schieben.
- Mit Hilfe der Rasterlinie die Höhe des Signals messen.
- Den so gefundenen Abstand mit dem Ablenkkoeffizienten multiplizieren, der mit dem Schalter AMPL eingestellt ist sowie eventuell mit dem Abschwächungsfaktor des Messkopfes. Die so erhaltenen Zahl ist der Spitze-Spitze-Wert der Signalsspannung.

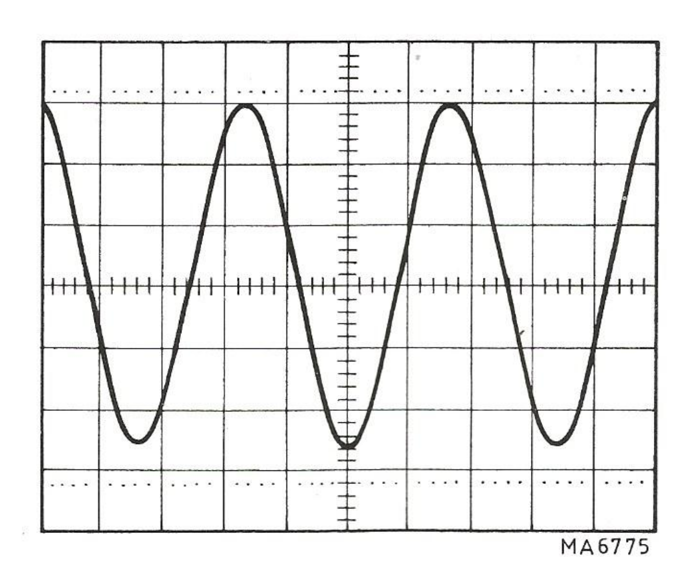


Abb. VIII-1. Messung des Spitze-Spitze-Wertes einer Spannung; eine der unteren Spitzen befindet sich auf der vertikalen Mittellinie und die oberen Spitzen liegen auf einer horizontalen Rasterlinie

2. Messung von Effektivspannungen

Der Effektivwert einer Sinusspannung lässt sich wie folgt ermitteln:
- Nach oder oben beschriebenen Methode den Spitze-Spitze-Wert der Spannung messen.
- Nun kann der Effektivwert nach folgender Formel berechnet werden:

$$U_{eff} = \frac{U_{ss}}{2\sqrt{2}} \approx 0{,}35\ V_{ss}$$

3. Messung des Augenblickswertes einer Spannung

Der Augenblickswert einer Spannung lässt sich wie folgt messen:
- Das Signal an Eingang Y_A anschliessen.
- Schalter A/OFF/A–B auf A und Schalter B/OFF/–B auf OFF stellen.
- Schalter AUTO/TRIGG/SINGLE auf AUTO stellen.
- Schalter Y_A/Y_B/EXT auf Y_A stellen.
- Schalter LF/HF/DC je nach Frequenz des Eingangssignals einstellen.
- Mit POSITION von Kanal A das Signal etwa in Schirmmitte einstellen.
- Falls erforderlich, das Signal mit X POSITION zentrieren.
- Potentiometer AMPL von Kanal A auf CAL stellen. Diese Einstellung darf vor Beendigung der Messung nicht mehr geändert werden.
- Mit Schalter AMPL von Kanal A das Signal möglichst gross auf dem Schirm abbilden.
- Die Schalter AC/0/DC von beiden Kanälen auf 0 stellen. Es wird nun nur ein waagerechter Strich geschrieben.
- Mit Y_A POSITION den Elektronenstrahl auf eine geeignete horizontale Rasterlinie schieben. Diese horizontale Rasterlinie wird der Bezugspegel; sie ist deshalb so einzustellen, dass das Signal gut auf dem Schirm geschrieben wird, wenn Schalter AC/0/DC von Kanal A auf DC gestellt wird.
- Schalter B/OFF/–B auf B stellen, um eine zweite horizontale Linie zu erhalten, mit der die Rasterlinie beleuchtet werden kann, die als Bezugspegel gewählt wurde.
- Mit POSITION von Kanal Y_B die beiden horizontalen Linien ausrichten. Hierfür darf auf jeden Fall nur der Knopf POSITION von Kanal Y_B verwendet werden.
- Schalter AC/0/DC von Kanal A auf DC stellen.
  Das Signal wird nun zusammen mit der horizontalen Linie abgebildet, die den Bezugspegel angibt. Die Bedienungsorgane für die Strahlverschiebung (POSITION) der beiden Kanäle dürfen jetzt auf keinen Fall verstellt werden, da anderenfalls der Bezugspegel nicht mehr stimmt.
- Mit dem Knopf LEVEL des Hauptzeitablenkgenerators ein stillstehendes Signal einstellen.
- Schalter TIME/div. der verzögerten Zeitablenkung auf OFF und Schalter TIME/div. der Hauptzeitablenkung so einstellen, dass man ein brauchbares Oszillogramm erhält.

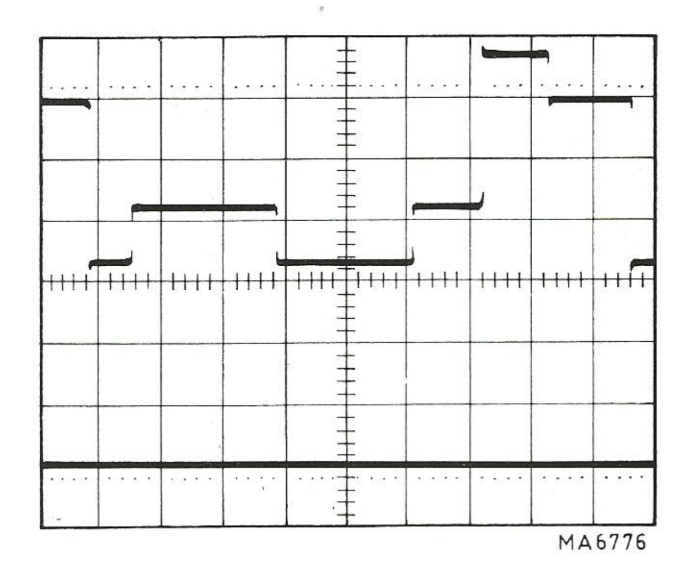


Abb. VIII-2. Messung des Augenblickswertes einer Spannung; Bezugslinie mit Kanal Y_B eingestellt

– Mit X POSITION denjenigen Augenblickswert des Signals, der gemessen werden soll, auf die vertikale Mittellinie des Rasters einstellen, wie es in Abb. VIII-2 gezeigt ist.
– Die Anzahl der Felder zwischen diesem Wert und der Bezugslinie ausmessen.
– Zur nochmaligen Genauigkeitskontrolle des Bezugspegels den Schalter AC/0/DC von Kanal A auf 0 stellen. Wenn der Bezugspegel stimmt, müssen die beiden horizontalen Linien genau übereinander liegen. Wenn dies nicht der Fall sein sollte, den ganzen Einstellvorgang wiederholen.

Der Wert des Augenblickswertes der Spannung lässt sich durch Multiplikation des vertikalen Abstandes zwischen dem betreffenden Punkt des Signals und dem Bezugspegel mit dem Ablenkkoeffizienten berechnen, auf den der Schalter AMPL eingestellt ist; eventuell ist zusätzlich noch ein Abschwächungsfaktor des Messkopfes zu berücksichtigen. Wenn die Augenblicksspannungen über der Nullinie liegt, ist sie positiv, anderenfalls negativ.

Wenn der Augenblickswert einer Spannung gegenüber einer anderen Spannung gemessen werden soll, die dann als Bezugsspannung dient, ist wie folgt vorzugehen:

– Den Oszillografen einstellen und das Signal anschliessen, wie es in den ersten 9 Punkten oben beschrieben wurde.
– Nun das an Eingang Y_A liegende Signal von der Buchse abklemmen und das Bezugssignal anschliessen.
– Das Bezugssignal auf eine geeignete horizontale Rasterlinie einstellen.
– Schalter B/OFF/–B auf B stellen, damit eine horizontale Linie geschrieben wird, die als Bezugslinie verwendet werden kann.
  Mit dem Knopf POSITION von Kanal Y_B die beiden Linien zur Deckung bringen.
– Das Bezugssignal wieder entfernen. Da es jetzt nicht mehr so einfach ist, die mit Hilfe von Kanal B eingestellte Bezugslinie zu prüfen, ist es sehr wichtig, dass die Bedienungsorgane für die Strahlverschiebung (POSITION) von beiden Kanälen vor Beendigung der Messung nicht mehr verstellt werden.
– Das zu messende Signal wieder an Eingang Y_A anschliessen.
– Zum Berechnen der Spannung jetzt den vertikalen Abstand zwischen dem betreffenden Punkt des Signals und der Bezugslinie mit dem Ablenkkoeffizienten multiplizieren, auf den der Schalter AMPL eingestellt ist; eventuell ist auch ein Abschwächungsfaktor des Messkopfes zu berücksichtigen.

C. ZEIT- UND FREQUENZMESSUNGEN

1. Einleitung

In diesem Abschnitt wird beschrieben, wie Zeitdifferenzen zwischen Signalen und die Frequenz eines Signals gemessen werden können.
Zeitdifferenzmessungen sind aber nur dann möglich, wenn beide Signale dieselbe Frequenz haben oder die Frequenz des einen Signals ein ganzzahliges Vielfaches der des anderen Signals Beträgt.

Die Messgenauigkeit der Zeit- und Frequenzmessungen kann durch folgende Faktoren beeinflusst werden:

a. Haupt- und verzögerte Zeitablenkung. Wenn Potentiometer TIME/div. in Stellung CAL steht, beträgt der Messfehler innerhalb der 8 horizontalen Schirmteil des horizontalen Rasters ±3 %.
   Bei Ablenkkoeffizienten von 1 s/Teil, 0,5 s/Teil und 0,2 s/Teil beträgt der Fehler maximal ±5 %.
b. Der Schalter PULL FOR x5 MAGN. Bei Verwendung dieses Schalters erhöht sich die in Punkt a. genannte Fehlergrenze um weitere ±2 %.
c. Ablesefehler. Der maximale absolute Ablesefehler beträgt etwa 0,05 Teile/Ablesung (d.h., wenn zwei Punkte eines Signals auf dem Messraster abgelesen werden, beträgt der mögliche Ablesefehler 2 x 0,05 = 0,1 Schirmteil). In Prozent ist der Ablesefehler umgekehrt proportional der Anzahl der Schirmteile, über die abgelesen wird.
d. DELAY TIME MULTIPLIER. Der gesamte Ablesefehler dieses Feineinstellers beträgt 0,01 Einheiten (0,005 Einheiten pro Ablesung). Dieser Fehler ist, in Prozent ausgedrückt, der Anzahl der eingestellten Einheiten umgekehrt proportional.
e. Die Linearitätsfehler von DELAY TIME MULTIPLIER betragen ca. 0,1 %.

2. Zeitmessungen mit Hilfe der Hauptzeitablenkung

Nach folgendem Verfahren können Zeitdifferenzen zwischen zwei Punkten eines Signals gemessen werden:

- Das zu untersuchende Signal an den Eingang Y_A anschliessen.
- Schalter A/OFF/A–B auf A und Schalter B/OFF/–B auf OFF stellen.
- Schalter GAIN auf x1.
- Schalter AUTO/TRIGG/SINGLE auf AUTO.
- Schalter Y_A/Y_B/EXT auf Y_A.
- Schalter HF/LF/DC je nach der Frequenz des Eingangssignals einstellen.
- Schalter X DEFL. auf MAIN TB.
- Mit Schalter AMPL das Signal so gross wie möglich einstellen.
- Mit der Triggerung der Hauptzeitablenkung ein stillstehendes Bild einstellen.
- Potentiometer TIME/div. der Hauptzeitablenkung auf CAL stellen.
- Schalter TIME/div. der Hauptzeitablenkung so einstellen, dass der Abstand zwischen den zu messenden Punkten möglichst gross ist.
  Im Interesse der Genauigkeit sollen hierbei aber die erste und die letzte Schirmteilung nicht benutzt werden.
- Mit X POSITION einen der Messpunkte auf die nächstliegende vertikale Rasterlinie einstellen.
- Mit dem Knopf POSITION von Kanal Y_A den anderen Messpunkt auf die horizontale Mittellinie des Rasters schieben, wie es in Abb. VIII-3 zu sehen ist.
- Prüfen, ob der erste Messpunkt bei der Verschiebung des Oszillogramms nicht weggelaufen ist.
- Den horizontalen Abstand (←t→) zwischen den beiden Messpunkten messen.
- Zur Berechnung der gemessenen Zeit nun den horizontalen Abstand zwischen den beiden Messpunkten mit dem Ablenkkoeffizienten der Hauptzeitablenkung multiplizieren. Wenn die Dehnung eingeschaltet war, das eben erhaltene Produkt durch 5 dividieren.

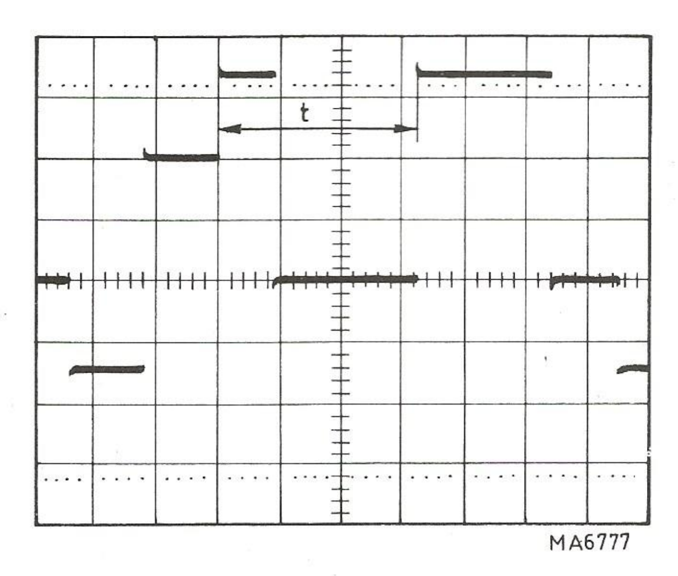


Abb. VIII-3. Hauptzeitablenkung mit einem Messpunkt auf einer vertikalen Rasterlinie und dem anderen auf der horizontalen Mittellinie.

3. Zeitdifferenzmessungen zwischen zwei verschiedenen Impulsen mit Hilfe der Hauptzeitablenkung

Mit dem PM 3250 kann auch die Zeitdifferenz zwischen zwei getrennt dargestellten Impulsen gemessen werden, sofern die Frequenz des einen ein ganzzahliges Vielfaches der Frequenz des anderen ist, da anderenfalls kein stillstehendes Bild auf dem Schirm einstellbar ist.

Die Zeitdifferenz zwischen zwei getrennt dargestellten Impulsen kann wie folgt gemessen werden:
- Die beiden Signale an die Eingänge Y_A und Y_B anschliessen, hierbei verwendete Messkopfe oder Koaxialkabel müssen unbedingt gleiche Verzögerungszeiten besitzen.
- Die Schalter AC/0/DC den Eingangssignalen entsprechend einstellen.
- Schalter CHOPP/ALT bei tiefen Frequenzen auf CHOPP und bei höheren auf ALT stellen.
- Schalter A/OFF/A–B auf A und Schalter B/OFF/–B auf B stellen.
  Wenn die Signale entgegengesetzte Polarität haben, ist der Schalter B/OFF/–B auf –B zu stellen.
- Den Schalter Y_A/Y_B/EXT auf denjenigen Kanal (Y_A oder Y_B) stellen, dessen Signal zeitlich zuerst erscheint.
- Mit der Triggerung der Hauptzeitablenkung ein stillstehendes Bild einstellen.
- Potentiometer TIME/div. auf CAL und den zugehörigen Schalter TIME/div. so einstellen, dass der Abstand zwischen den zu messenden Punkten möglichst gross ist.
- Mit der Strahlverschiebung (POSITION) der beiden Kanäle die beiden Signale symmetrisch zur Mittellinie des Rasters einstellen.
- Mit X POSITION das Oszillogramm verschieben, bis einer der Messpunkte durch einen Schnittpunkt der horizontalen Mittellinie mit einer der vertikalen Rasterlinien läuft, siehe Abb. VIII-4.
- Den horizontalen Abstand (←t→) zwischen den beiden Messpunkten auf der Teilung der horizontalen Mittellinie messen.
- Nun den horizontalen Abstand mit dem mit Schalter TIME/div. eingestellten Zeitmassstab multiplizieren. Wenn das Bild gedehnt ist, das obengenannte Produkt durch 5 dividieren.

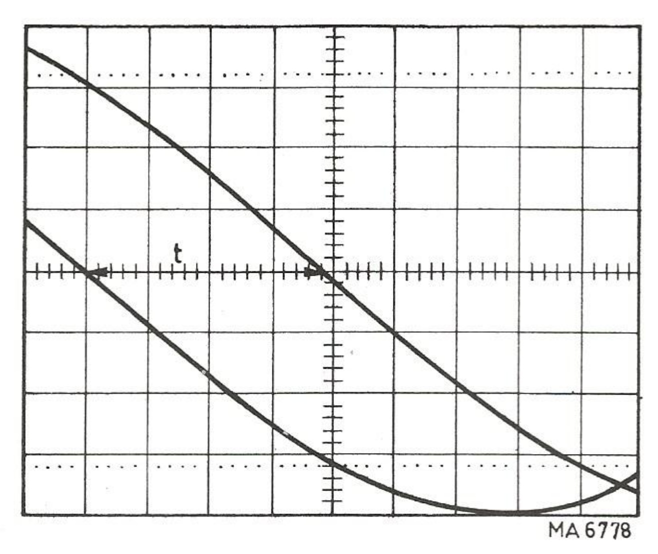


Abb. VIII-4. Die getrennt abgebildeten Signale sind so zu verschieben, dass der eine Messpunkt mit dem Schnittpunkt der waagerechten Mittellinie und einer senkrechten Rasterlinie zusammenfällt.

4. Zeitmessungen mit der verzögerten Zeitablenkung

a. Allgemeines

Wenn der X DEFL auf MAIN TB steht, kann der DELAY TIME MULTIPLIER zusammen mit Schalter TIME/div. der verzögerten Zeitablenkung benutzt werden, um einen bestimmten Teil des Signals herauszugreifen. Eine vergrösserte Abbildung dieses herausgegriffenen Teiles erhält man, wenn Schalter X DEFL. auf DEL'D TB steht. Mit dieser Methode sind sehr genaue Impulsbreitenmessungen möglich.Hierzu ist nur die Anzahl der kalibrierten Teilungen des DELAY TIME MULTIPLIER, die für die Verschiebung des Impulses oder der Impulse über den betreffenden Teil des Rasters erforderlich sind, mit der Einstellung des Schalters TIME/div. der Hauptzeitablenkung zu multiplizieren. Bei dieser Methode ist mit Potentiometer TIME/div. de verzögerten Zeitablenkung der Teil des Signals herauszusuchen, der vergrössert abgebildet werden soll.
Angenommen, dass in Abb. VIII-5 der Abstand zwischen den Punkten P_1 und P_2 gemessen werden soll.
Der herausgehobene Teil ist in Abb. VIII-6 zu sehen und das vergrösserte Oszillogram, das man erhält, wenn der Schalter X DEFL auf DEL'D TB steht, ist in Abb. VIII-7 dargestellt.

Zuerst wird Punkt P_1 mit der vertikalen Mittellinie des Rasters in Deckung gebracht (Abb. VIII-8).
Dann wird mit dem DELAY TIME MULTIPLIER das Signal über den Schirm geschoben, bis Punkt P_2 auf der vertikalen Mittellinie des Rasters liegt (Abb. VIII-9). Die hierbei vom DELAY TIME MULTIPLIER zurückgelegten Skalenteile ergeben nach Multiplikation mit der Einstellung des Schalters TIME/div. der Hauptzeitablenkung die Impulsdauer.
Bei einer anderen Methode werden die Rasterteilungen zwischen den beiden Messpunkten gezählt. Mit Hilfe der Einstellung des Schalters TIME/div. der verzögerten Zeitablenkung lässt sich dann die Impulsdauer berechnen. Es ist wichtig, dass das Potentiometer TIME/div. der verzögerten Zeitablenkung während der ganzen Messung auf CAL steht, da anderenfalls der Zeitmassstab nicht genau definiert ist.

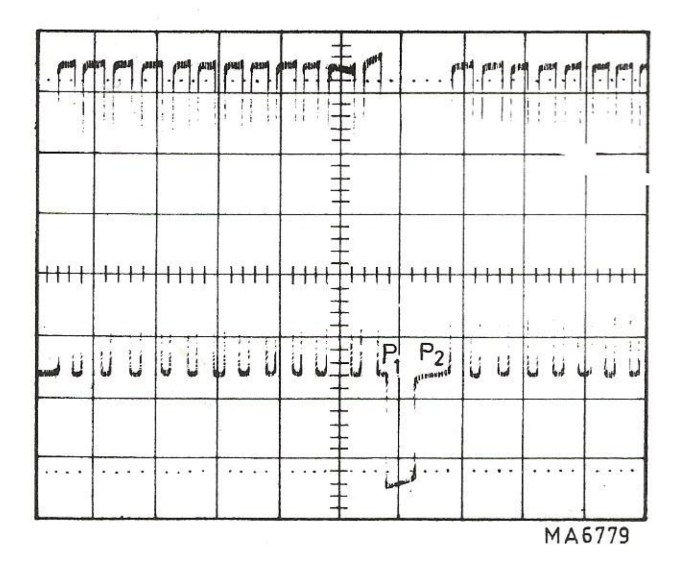


Abb. VIII-5. Grundform des Signals

P1 P2
MA6780

Abb. VIII-6. Herausgehobener Teil des Signals

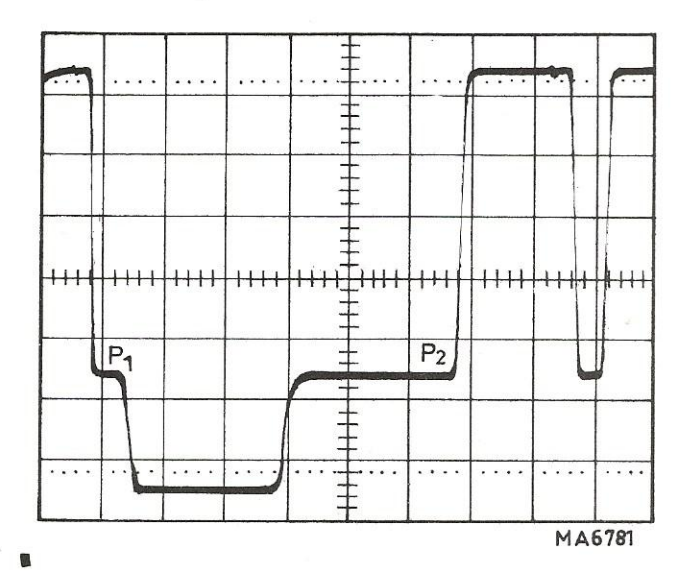


Abb. VIII-7. Vergrösserte Darstellung des herausgehobenen Teils; hierzu wurde Schalter X DEFL. auf DEL'D TB geschaltet

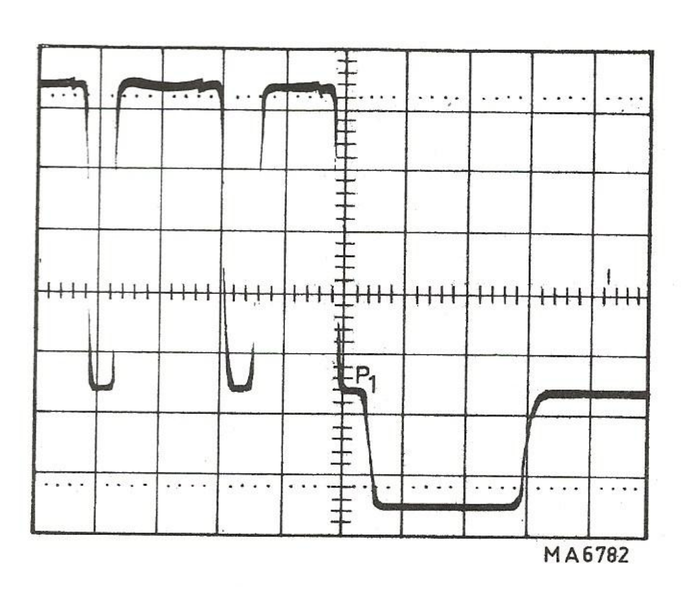


Abb. VIII-8. Punkt P_1 auf die vertikale Mittellinie des Rasters geschoben (DELAY TIME MULTIPLIER zeigt 5.17 an)

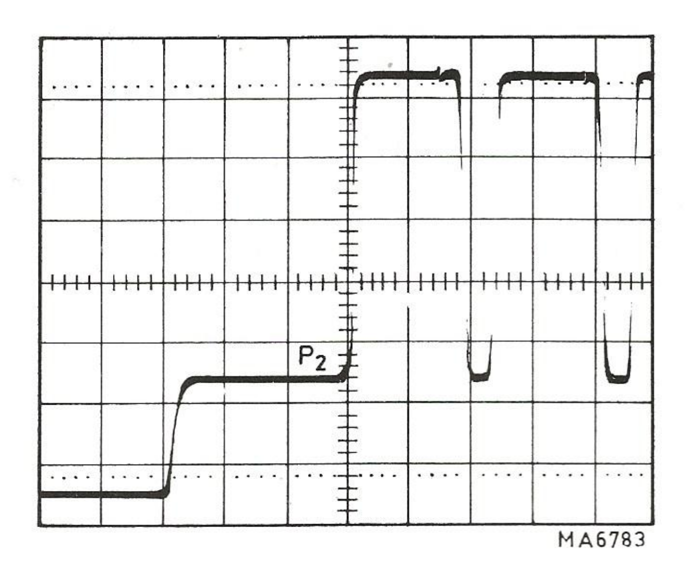


Abb. VIII-9. Signal so auf dem Schirm verschoben, dass sich nun Punkt P_2 auf der mittleren vertikalen Rasterlinie befindet (DELAY TIME MULTIPLIER zeigt 6,32 an)

b. Messen mit dem DELAY TIME MULTIPLIER

Die Impulsdauer lässt sich mit Hilfe des DELAY TIME MULTIPLIERS wie folgt messen:
- Das Signal an den Eingang Y_A anschliessen.
- Schalter A/OFF/A–B auf A und Schalter B/OFF/–B auf OFF stellen.
- Schalter AUTO/TRIGG/SINGLE auf AUTO stellen.
- Das Signal symmetrisch zur Mittellinie des Rasters einstellen.
- Den Schalter AMPL von Kanal A so einstellen, dass man auf dem Schirm ein möglichst grosser Bild erhält.
- Potentiometer TIME/div. der Hauptzeitablenkung auf CAL stellen.
- Mit der Triggerung das Bild zum Stillstand bringen.
- Schalter AFTER DELAY TIME auf STARTS stellen.
- Mit dem DELAY TIME MULTIPLIER zusammen mit Schalter und Potentiometer TIME/div. der verzögerten Zeitablenkung den zu untersuchenden Teil des Signals hervorheben.
- Schalter X DEFL von MAIN TB auf DEL'D TB umschalten. Nun wird der hervorgehobene Teil des Signals vergrössert dargestellt.
- Mit DELAY TIME MULTIPLIER den linken Messpunkt auf die vertikal Mittellinie des Rasters schieben.
- Den Wert notieren, auf dem der DELAY TIME MULTIPLIER steht. Nun DELAY TIME MULTIPLIER drehen, bis der rechte Messpunkt auf der vertikalen Mittellinie des Rasters steht. Den jetzt angezeigten Wert auch notieren.
- Den kleineren vom DELAY TIME MULTIPLIER angezeigten Wert vom grösseren abziehen.
  Die Differenz mit dem mit Schalter TIME/div. der Hauptzeitablenkung eingestellten Faktor multiplieren. Damit erhält man die gewünschte Zeit. Falls das Oszillogramm gedehnt war, ist der eben errechnete Wert durch 5 zu dividieren.

c. Messung mit dem Raster

Wenn die Impulsdauer nicht mit dem DELAY TIME MULTIPLIER, sondern mit Hilfe des Rasters gemessen werden soll, ist wie folgt vorzugehen:
- Das Signal so einstellen, wie es in den ersten 10 Punkten oben angegeben ist. Lediglich die Potentiometer TIME/div. der beiden Zeitablenkungen müssen jeweils in Stellung CAL stehen.
- Mit Potentiometer X POSITION den linken Messpunkt so verschieben, dass er auf einem geeigneten Punkt der horizontalen Mittellinie des Rasters liegt.
- Die Anzahl der horizontalen Schirmteile zwischen den beiden Messpunkten messen. Diesen Wert mit dem Schalter TIME/div. der verzögerten Zeitablenkung eingestellten Zeitmassstab multiplizieren.
  Dieses Ergebnis durch 5 dividieren, wenn die X-Ablenkung gedehnt war.

5. Messen der Anstiegzeit

a. Allgemeines

Die Anstiegszeit eines Impulses ist als diejenige Zeit definiert, in der die Vorderflanke eines Impulses von 10 %

bis 90 % der Gesamtamplitude ansteigt, siehe Abb. VIII-10.
Die Bezugslinien für 10 % und 90 % der vertikalen Skala sind auf dem Raster des Oszillografen gestrichelt gezeichnet.
Wenn deshalb die Vorderflanke so abgebildet wird, dass die obere Kante auf der obersten und die untere Kante auf der untersten horizontalen Rasterlinie liegt, dann liegen die Werte für 10 % und 90 % der Flanke auf den gestrichelten Linien. Sollte die Anstiegszeit des zu messenden Impulses in derselben Grössenordnung wie der des Oszillografen liegen, muss die wirkliche Anstiegszeit des Impulses Hilfe von folgender Gleichung errechnet werden:

$$T_{ra} = \sqrt{T_{rm}^2 - T_{ro}^2}$$

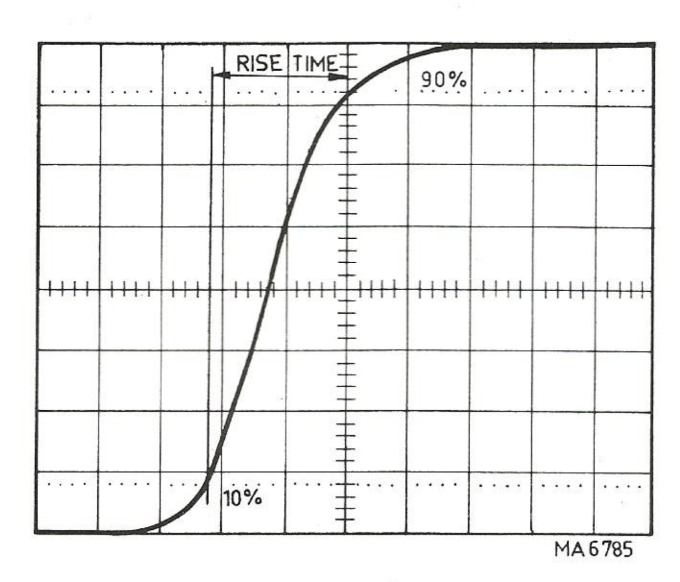


Abb. VIII-10. Definition der Anstiegszeit

Hierin ist T_{ra} die wirkliche Anstiegszeit, T_{rm} die gemessene Anstiegszeit und T_{ro} die Anstiegszeit des Oszillografen (7 ns bei nominaler Verstärkung und 70 ns bei 10fach erhöhter Verstärkung). Für eine höchstmögliche Messgenauigkeit sind folgende Punkte zu beachten:
Schalter GAIN soll in Stellung x1 stehen.
Die mit Hilfe der gestrichelten 10 %- und 90 %-Linien gemessene Anstiegszeit braucht nicht korrigiert zu werden, wenn sie mindestens 3x grösser als die nominale Anstiegszeit des Gerätes ist, d.h. mindestens 21 ns beträgt. In diesem Fall wird eine Anstiegszeit gemessen, die nur etwa 5 % grösser als die wirkliche Anstiegszeit des Signals ist.
Wenn die gemessene Anstiegszeit grösser als 10 ns und kleiner als 21 ns ist, beeinflusst die Anstiegszeit des Oszillografen das Messergebnis bereits erheblich. Deshalb ist der gemessene Wert nach folgender Formel zu korrigieren:

$$T_{ra} = \sqrt{T_{rm}^2 - T_{ro}^2}$$

Wenn eine Anstiegszeit von 10 ns genau gemessen werden soll, ist vorher die Anstiegszeit des Oszillografen zu messen.

Dies kann wie folgt geschehen:
- Ein Signal abbilden, an dem die Anstiegszeit gemessen werden kann, dann das Signal vorübergehend wieder abnehmen.
- Einen Generator an den Eingang anschliessen, der schnelle Impulse liefert; dabei die Einstellungen des Oszillografen nicht ändern.

Die mit diesem Verfahren erzielbare Genauigkeit hängt natürlich in hohem Masse von der Anstiegszeit der Impulse des Generators ab. Die Anstiegszeit seiner Impulse muss deshalb bedeutend kürzer als die Anstiegszeit von 7 ns des Oszillografen sein.
- Die Ausgangsspannung des Impulsgenerators so einstellen, dass die Amplitude auf dem Schirm genau so gross wie die des zuerst angeschlossenen Eingangssignals ist. Wenn also die Anstiegszeit des zu untersuchenden Signals über die vollen 8 Rasterteile gemessen werden soll, muss die Ausgangsspannung des Impulsgenerators so eingestellt werden, dass dessen Impulse ebenfalls 8 Teile hoch sind. Nun die Anstiegszeit des Impulses

aus dem Impulsgenerator messen; sie entspricht nahezu der Anstiegszeit des Oszillografen bei dieser speziellen Einstellung. Diesen Wert notieren.
- Den Impulsgenerator wieder abnehmen und das ursprüngliche Eingangssignal anschliessen.
- Die Anstiegszeit dieses Signals messen.
- Die wirkliche Anstiegszeit des Signals nach folgender Formel berechnen:

$T_{ra} = \sqrt{T_{rm}^2 - T_{rop}^2}$, hierin ist T_{rop} die wirkliche Anstiegszeit des Oszillografen, die mit Hilfe des Impulsgenerators gemessen wurde.

Messung der Anstiegszeit bei 10fach erhöhter Verstärkung.
Bei dieser Einstellung wird man normalerweise keine Anstiegszeit messen. Sollte es jedoch aus irgendwelchen Gründen erforderlich sein, mit dieser hohen Verstärkung zu messen, ist ebenso vorzugehen, wie es bei der nominalen Verstärkung beschrieben wurde. Es ist aber zu berücksichtigen, dass die Anstiegszeit des Oszillografen nun 70 ns beträgt (das ist das 10fache des Wertes bei der nominalen Verstärkung).

b. Messung der Anstiegszeit mit der Hauptzeitablenkung

Mit der folgenden Methode kann die Anstiegszeit eines Signals gemessen werden, wenn alle Impulse sowohl in bezug auf die Form als auch die Periodendauer gleich sind.
Wenn die Anstiegszeit von speziellen Impulsen eines unregelmässigen Signals gemessen werden soll, ist mit der verzögerten Zeitablenkung zu arbeiten, wie es in Abschnitt **c** beschrieben ist.

- Das Signal an den Eingang Y_A anschliessen.
- Schalter A/OFF/A—B auf A und Schalter B/OFF/—B auf OFF stellen.
- Schalter AUTO/TRIGG/SINGLE auf AUTO stellen.
- Schalter LF/HF/DC der Frequenz des Signals entsprechend einstellen.
- Schalter TIME/div. der Hauptzeitablenkung auf CAL stellen.
- Mit der Triggerung der Hauptzeitablenkung das Bild zum Stillstand bringen.
- Den Schalter TIME/div. der Hauptzeitablenkung so einstellen, dass eine vollständige Flanke des Impulses abgebildet wird.
- Mit den Bedienungsorganen für Y_A POSITION und dem Schalter sowie Potentiometer AMPL den Impuls so einstellen, dass er an der untersten horizontalen Rasterlinie beginnt und an der obersten endet (d.h., die Vertikalablenkung beträgt genau 8 Schirmteile). Die Knöpfe ILLUM und INTENS so einstellen, dass man ein scharfes und gut sichtbares Bild erhält, siehe Abb. VIII-10.
- Dann das Oszillogramm horizontal mit Hilfe des Schalters TIME/div. der Hauptzeitablenkung auseinanderziehen. Mit Potentiometer LEVEL die Anzeige stabilisieren.
- Den Schalter MAGN ziehen, wenn dadurch der Ablesefehler verkleinert werden kann.
- Mit X POSITION das Signal verschieben, bis die Flanke des Impulses auf einem Schnittpunkt der gestrichelten 90 %-Linie mit einer vertikalen Rasterlinie liegt. Prüfen, ob nach diesem Verschieben der Schnittpunkt des Signals mit der gestrichelten 10 %-Linie noch sichtbar ist.
  Die vertikale Rasterlinie bei dem Schnittpunkt des Signals mit der gestrichelten 90 %-Linie ist nun der Bezugspunkt für die Zeit. Der Knopf X POSITION ist deshalb nicht mehr zu verstellen.
- Vor der Messung des horizontalen Abstands zwischen den Punkten, an denen die Flanke die gestrichelten Linien bei 10 % und 90 % schneidet, mit Schalter TIME/div. der Hauptzeitablenkung nochmals prüfen, ob die Amplitude des Oszillogramms genau 8 Schirmteile hoch ist.

Die gemessene Anstiegszeit des horizontalen Abstandes mit dem Zeitmassstab errechnen, auf dem der Schalter TIME/div. steht.
Dieses Produkt durch 5 dividieren, wenn das Bild gedehnt war.
Wenn die gemessene Anstiegszeit in derselben Grössenordnung wie die Anstiegszeit des Oszillografen liegt, muss mit der am Anfang dieses Abschnittes genannten Formel die wirkliche Anstiegszeit des Signals errechnet werden, die erheblich kürzer als die gemessene sein kann (siehe Abschnitt **a**).
Beispiel: Bei einer Einstellung von TIME/div. auf .05 μs, einer Verstärkungseinstellung von x10, einem gemessenen horizontalen Abstand von 3,4 Teilen und einer gemessenen Anstiegszeit von:

$$T_{rm} = 3{,}4 \times 50 \text{ ns} = 170 \text{ ns}.$$

Da Schalter GAIN auf x10 steht, beträgt die Anstiegszeit des Oszillografen 70 ns, was gegenüber der gemessenen Anstiegszeit nicht vernachlässigt werden darf.
Die wirkliche Anstiegszeit ist deshalb wie folgt zu errechnen:

$$T_{ra} = \sqrt{T_{rm}^2 - T_{ro}^2}$$
$$= \sqrt{170^2 - 70^2} = 155 \text{ ns}$$

c. Messung der Anstiegszeit mit der verzögerten Zeitablenkung

Die folgende Methode ist erforderlich, wenn ein spezieller Impuls einer Serie gemessen oder näher untersucht werden soll.

– Das Signal an den Eingang Y_A anschliessen.
– Schalter A/OFF/–B auf A und Schalter B/OFF/–B auf OFF stellen.
– Schalter AUTO/TRIGG/SINGLE auf AUTO stellen.
– Potentiometer TIME/div. der verzögerten Zeitablenkung auf CAL stellen.
– Mit Schalter und Potentiometer TIME/div. der Hauptzeitablenkung die gewünschte Impulskette auf dem Schirm abbilden.
– Mit Potentiometer Y_A POSITION sowie und Potentiometer AMPL von Kanal A das Signal soweit auseinanderziehen, dass es ausführlich untersucht werden kann.
– Den Schalter TIME/div. der verzögerten Zeitablenkung auf den kleinstmöglichen Zeitmassstab einstellen, mit dem man einen Teil des Signals herausheben kann, der ebenso wie der zu untersuchende Impuls ist.
– DELAY TIME MULTIPLIER so lange drehen, dass gerade der zu untersuchende Impuls herausgehoben wird, siehe Abb. VIII-11.

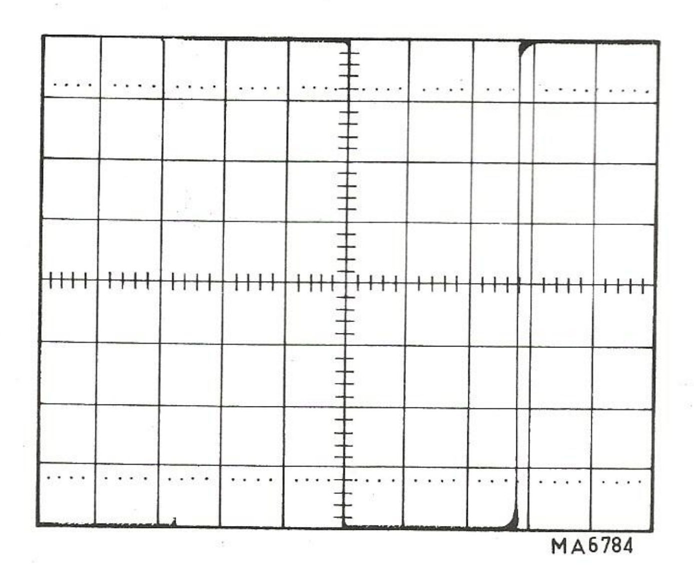


Abb. VIII-11. Rechteckimpuls mit einer verstärkten Flanke zur Messung der Anstiegszeit

MA6786

Abb. VIII-12. Vergrösserte Darstellung der verstärkten Flanke, wenn Schalter X DEFL. auf DEL'D TB gestellt wird

– Schalter MAIN TB/DEL'D TB/EXTERN auf DEL'D TB stellen. Der ausgewählte Impuls wird nun dargestellt.
– Mit Y_A POSITION sowie Schalter und Potentiometer AMPL den Impuls so einstellen, dass die Flanke an der untersten horizontalen Rasterlinie beginnt und an der obersten Rasterlinie endet (d.h., die vertikale Ablenkung beträgt genau 8 Schirmteile).
– Dann das Signal mit Schalter TIME/div. der verzögerten Zeitablenkung weiter in horizontaler Richtung dehnen. Das Signal mit dem Knopf LEVEL der Hauptzeitablenkung zum Stillstand bringen. Diese Stabilisierung ist auch mit den Triggerbedienungsorganen der Hauptzeitablenkung möglich, wenn der Schalter AFTER DELAY TIME von STARTS auf TRIGG umgeschaltet ist. Siehe Abb. VIII-12.
– Mit Potentiometer X POSITION das Signal verschieben, bis die Flanke des Impulses auf dem Verbindungspunkt der 90 %-Linie mit einer vertikalen Rasterlinie liegt. Ausserdem muss die Flanke aber noch die gestrichelte 10 %-Linie schneiden.
  Diejenige vertikale Rasterlinie, bei der das Signal die 90 %-Linie überschreitet, ist nun der Bezugspunkt. X POSITION darf jetzt nicht mehr verstellt werden. Siehe Abb. VIII-10.
– Vor dem Messen des horizontalen Abstands zwischen dem Bezugspunkt und dem Punkt, an dem das Signal die gestrichelte 90 %-Linie überschreitet, mit Hilfe des Schalters TIME/div. der verzögerten Zeitablenkung prüfen, ob die Amplitude des Signals nach genau 8 Schirmteile beträgt.
– Die Anstiegszeit wie oben angegeben berechnen.

6. Phasenmessungen

a. Allgemeines

Mit dem Oszillografen PM 3250 lässt sich die Phasendifferenz zwischen zwei getrennt dargestellten Sinussignalen messen.
Folgende Methode kann bei Signalen mit einer Frequenz bis 50 MHz angewendet werden, vorausgesetzt, dass Schalter GAIN in Stellung x1 steht. Wenn Schalter GAIN in Stellung x10 steht, ist der Messbereich auf 5 MHz beschränkt.
Grössere Phasendifferenzen lassen sich am besten mit der Hauptzeitablenkung messen, während für kleinere Phasendifferenzen die verzögerte Zeitablenkung besser geeignet ist. Welche Fehlerquellen bei Phasendifferenzmessungen auftreten können, wurde bereits in dem einleitenden Abschnitt beschrieben.

b. Phasendifferenzmessungen mit der Hauptzeitablenkung

Mit dieser Methode lassen sich grössere Phasendifferenzen messen.
Wenn der Abstand zwischen den Signalen auf dem Schirm aber zu klein ist, muss mit der verzögerten Zeitablenkung gearbeitet werden, wie es in Abschnitt **c** beschrieben wird. (Eventuell kann das Signal mit Schalter MAGN gedehnt werden). Die Messung geschieht wie folgt:

- Die beiden Signale mit Messköpfen oder Koaxialkabeln mit absolut gleichen Laufzeiten an die Eingänge Y_A bzw. Y_B anschliessen.
- Schalter AC/0/DC in die den Eingangssignalen entsprechende Stellung setzen.
- Schalter CHOPP/ALT bei tiefen Frequenzen auf CHOPP und bei hohen auf ALT stellen.

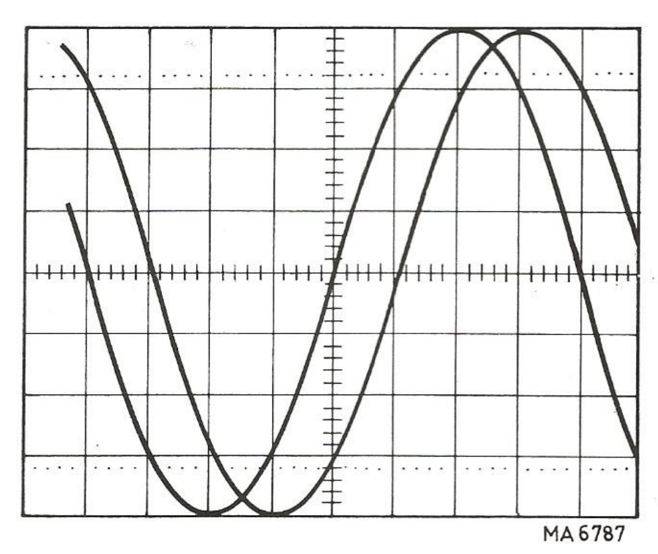


Abb. VIII-13. Phasendifferenzmessungen mit der Hauptzeitablenkung; die Periodendauer beträgt genau 8 Schirmteile

- Schalter A/OFF/A–B auf A und Schalter B/OFF/–B auf B stellen.
- Schalter Y_A/Y_B/EXT auf denjenigen Kanal (Y_A oder Y_B) stellen, dessen Signal dem anderen voreilt.
- Den Knopf LEVEL der Hauptzeitablenkung so einstellen, dass das Signal an einem geeigneten Punkt des Rasters anfängt.
- Die Phase darf 180° gedreht werden; hierzu Schalter B/OFF/–B auf –B stellen. Diese Umkehrung muss dann aber bei der Berechnung des Phasenwinkels berücksichtigt werden.
- Mit den Schaltern AMPL und den zugehörigen Potentiometern die Amplituden der beiden Signale an einander angleichen.
  Sie sollen so gross wie möglich sein (am besten 8 Schirmteile), siehe Abb. VIII-13.
- Eventuelle Instabilitäten mit der Triggerung der Hauptzeitablenkung korrigieren.
- Falls erforderlich, mit der Strahlverschiebung (POSITION) die beiden Signale symmetrisch zur Mittellinie einstellen.
- Mit Schalter und Potentiometer TIME/div. des Kanals, dessen Signal dem anderen voreilt, eine Periode so einstellen, dass sie genau 8 horizontale Schirmteile einnimmt. Unter dieser Bedingung entspricht jeder Schirmteil $360^\circ/8 = 45^\circ$. Bei eingeschalteter Dehnung entspricht 1 Schirmteil nur 9°.

c. Phasendifferenzmessungen mit der verzögerten Zeitablenkung

Diese Methode wird für das Messen kleiner Phasendifferenzen empfohlen. Das Signal anschliessen und den Oszillografen einstellen, wie es in den ersten 10 Punkten des vorhergehenden Abschnittes beschrieben wurde, dann wie folgt handeln:

- Potentiometer TIME/div. der beiden Zeitablenkungen auf CAL stellen.
- Vorübergehend den Kanal ausschalten, auf dem das nacheilende Signal abgebildet wird, und mit dem zugehörigen Schalter TIME/div. das voreilende Signal möglichst breit innerhalb der mittleren 8 Schirmteile abbilden (also den ersten und letzten Schirmteil nicht benutzen).
- Den horizontalen Abstand zwischen den Punkten 0 und 360° des voreilenden Signals messen. Die Periode des voreilenden Signals durch Multiplikation des horizontalen Abstandes mit dem zugehörigen Schalter TIME/div. eingestellten Zeitmassstab bestimmen.
- Schalter AFTER DELAY TIME auf START setzen.
- Schalter TIME/div. der verzögerten Zeitablenkung so einstellen, dass ein möglichst kleiner Teil des Signals hervorgehoben wird, siehe Abb. VIII-14. Eine geringe Korrektur der Helligkeit des Elektronenstrahls kann erforderlich sein.
- Mit DELAY TIME MULTIPLIER, in Verbindung mit Schalter TIME/div. der verzögerten Zeitablenkung, den hervorgehobenen Teil soweit verschieben, dass beide Impulse durch die vertikale Mittellinie des Rasters laufen.
- Schalter MAIN TB/DEL'D TB/EXT auf DEL'TB stellen. Nun wird der hervorgehobene Teil vergrössert abgebildet.
- Nun mit Hilfe des Schalters TIME/div. der verzögerten Zeitablenkung das Signal soweit wie möglich vergrössern. Es kann dabei erforderlich sein, die Fokuseinstellung etwas zu korrigieren.
- Mit der Strahlverschiebung (POSITION) das Signal verschieben, bis einer der Messpunkte die am nächsten liegende vertikale Rasterlinie scheidet, siehe Abb. VIII-15. Den horizontalen Abstand zwischen den beiden Messpunkten messen, die die Phasendifferenz darstellen. Diesen gemessenen Abstand mit dem mit der verzögerten Zeitablenkung eingestellten Zeitmassstab multiplizieren. Das Ergebnis ist die Zeitdifferenz zwischen den beiden Flanken.
- Den hierbei erhaltenen Wert in folgende Formel einsetzen, wobei T eine volle Periode und T die Zeitdifferenz zwischen den Impulsen ist:

$$\text{Phasendifferenz} = \frac{\Delta T}{T} \times 360^{o}$$

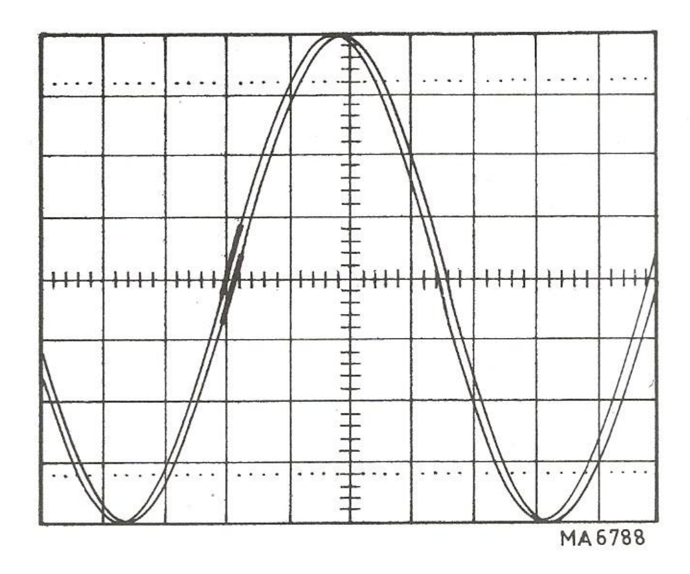


Abb. VIII-14. Phasendifferenzmessung; der verstärkte Teil des Signals befindet sich am Schnittpunkt des Signals mit der Mittellinie

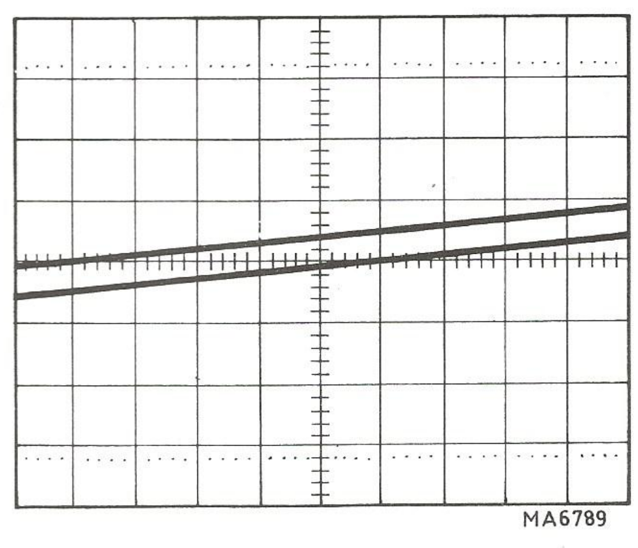


Abb. VIII-15. Vergrösserter Ausschnitt des Signals, ein Messpunkt auf die nachstliegende vertikale Rasterlinie geschoben.

D. X-Y-MESSUNGEN

1. Einleitung

Wenn Schalter X DEFL auf EXTERN via Y_B steht, steuert das an Kanal A angeschlossene Signal die Y-Ablenkung und das an Kanal B die X-Ablenkung.
Der Oszillograf PM 3250 ist deshalb auch für X-Y-Messungen geeignet, z.B. für Phasendifferenz- und Frequenzmessungen.

2. Phasendifferenzmessungen

Wenn das Gerät als X-Y-Oszillograf geschaltet ist, werden zwei Sinusspannungen mit derselben Frequenz und Phasen als gerade Linie abgebildet. Sollte jedoch eine Phasendifferenz zwischen den beiden Signalen bestehen, erhält man eine Ellipse. Aus der Form dieser Ellipse lässt sich die Phasendifferenz wie folgt errechnen:

- Ein Signal dem Y_A-, das andere dem Y_B-Eingang zuführen.
- Zum Erhalt einer symmetrischen Ellipse, deren Ober- und Unterseite die horizontalen Rasterlinien berühren (Abb. VIII-16) betätige man die Schalter und Potentiometer AMPL. in Kombination mit den beiden Reglern für die Y-Position.

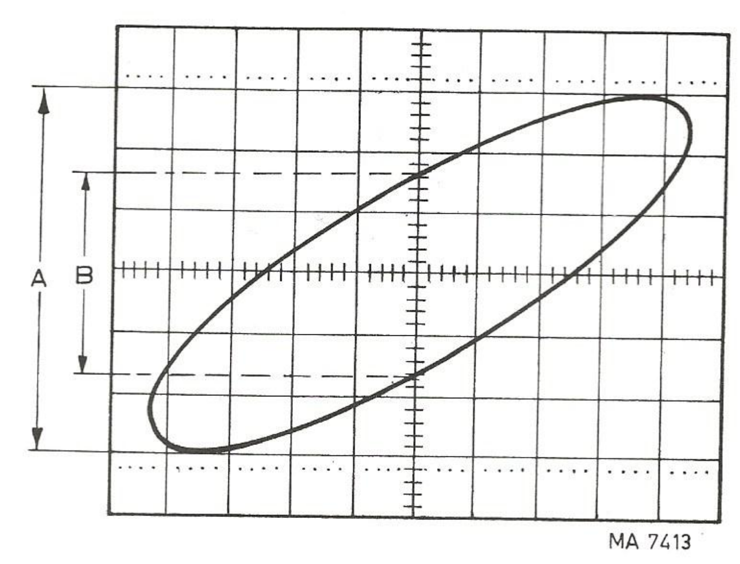


Abb. VIII-16. Phasendifferenzmessung in X-Y Betrieb

- Vertikalen Abstand (A) zwischen den oberen und den unteren Enden der Ellipse bestimmen.
- Vertikalen Abstand (B) zwischen den Punkten bestimmen, bei denen die Ellipse die zentrale Linie des vertikale Rasters kreuzt.

Der Sinus des Phasendifferenzwinkels ist $\frac{B}{A}$.

In einer trigonometrischen Tabelle kann nun der Phasenwinkel abgelesen werden.

3. Frequenzmessungen

Wenn ein sehr genauer Sinusgenerator zur Verfügung steht, können mit dem Oszillografen PM 3250 unbekannte Frequenzen gemessen werden. Diese Technik beruht auf der Darstellung von Lissajous-Figuren unter Verwendung eines Generators als einstellbarer Vergleichsquelle. Der Oszillograf ist für X-Y-Betrieb zu schalten, die unbekannte Frequenz an den einen Eingangskanal und der Sinusgenerator an den anderen Kanal anzuschliessen. Nun am Sinusgenerator eine solche Frequenz einstellen, dass man eine stillstehende Lissajous-Figur erhält. Anhand der Einstellung des Sinusgenerators und der Form der Lissajous-Figur lässt sich die unbekannte Frequenz errechnen.

E. DIFFERENTIALMESSUNGEN

1. Einstellung

Wenn die Differenz zwischen zwei getrennt angeschlossenen Signalen gemessen werden soll, ist Schalter A/OFF/A–B auf A–B zu stellen. Dann wird das an Kanal Y_B angeschlossene Signal zusammen mit der Differenz der an beiden Eingängen angeschlossenen Signale abgebildet.
Wenn die beiden Signale im Gleichtakt laufen (d.h., das Potential zwischen den beiden Signalen ist ständig gleich), dann ist die Differenz Null und auf dem Schirm erscheint nur eine horizontale Linie.
Wenn dem einen der beiden Gleichtaktsignale eine sehr kleine Wechselspannung überlagert ist, kann die Gleichtaktkomponente des Signals deshalb dadurch unterdrückt werden, dass Schalter A/OFF/A–B auf A–B gestellt wird.

2. Differentialmessungen

Hierzu ist wie folgt vorzugehen:
- Die Schalter AC/0/DC auf DC stellen.
- Die beiden Signale an die Eingänge Y_A und Y_B mit Messköpfen oder Kabeln mit gleichen Laufzeiten anschliessen.
- Schalter AUTO/TRIGG/SINGLE auf AUTO stellen.
- Beide Potentiometer AMPL auf CAL stellen.
- Die beiden Schalter AMPL jeweils so auf den gleichen Wert einstellen, dass man auf dem Schirm ein möglichst grosser Bild erhält.
- Schalter A/OFF/A–B auf A–B stellen. Die Amplitudendifferenz wird nun abgebildet. Dieses Signal lässt sich grösser auf dem Schirm darstellen, wenn mit beiden Schaltern AMPL. gleichzeitig grössere Ablenkkoeffizienten eingestellt werden. Soll das Signal von Kanal B nicht angezeigt werden, ist Schalter B/OFF/–B auf OFF zu stellen. Ausserdem lässt sich das Signal von Kanal B umkehren; hierzu den Schalter auf –B stellen.

Manchmal lässt sich die Gleichtaktunterdrückung durch ein geringes Verstellen von einem der AMPL-Potentiometer verbessern.

3. Gleichtaktunterdrückung

Da die Gleichtaktunterdrückung zum Teil vom Amplitudenverhältnis der beiden zu untersuchenden Signale abhängt, lässt sich die Gleichtaktkomponente eines Signals nicht immer ganz unterdrücken.
Deshalb muss man den Gleichtaktunterdrückungsfaktor eines Differentialoszillografen angeben. Diesen Faktor erhält man durch Division der Amplitude von zwei gleichen Gleichtakteingangssignalen durch die Amplitude, die sie auf dem Schirm produzieren, siehe Abb. VIII-17. Hinweis: Zur Messung dieser Amplitude muss der Ablenkkoeffizient des Oszillografen stark erhöht werden.

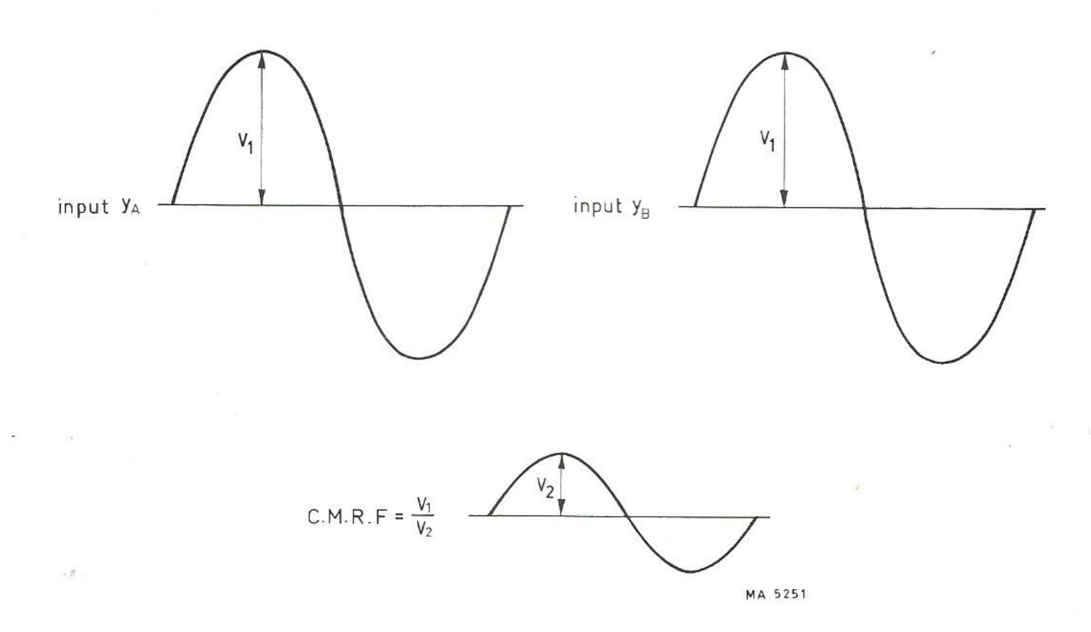


Abb. VIII-17. Bestimmung des Gleichtaktunterdrückungsfaktors

F. VERWENDUNG DER AUSGANGSSIGNALE DES OSZILLOGRAFEN

An der Buchse DEL'D + GATE steht, wenn die verzögerte Zeitablenkung in Betrieb ist, ein positiver Rechtecktorimpuls mit einer Amplitude von +2 V zur Verfügung. Dieser Impuls hat dieselbe Frequenz wie die verzögerte Zeitablenkung und seine Breite wird mit Schalter TIME/div. der verzögerten Zeitablenkung eingestellt.
Mit dem Impuls am Ausgang DEL'D + GATE kann eine externe Schaltung zu jedem beliebigen, vorher einstellbaren Zeitpunkt nach Beginn der Hauptzeitablenkung getriggert werden. Die Verzögerung lässt sich mit dem DELAY TIME MULTIPLIER und dem Schalter bzw. Potentiometer TIME/div. der Hauptzeitablenkung einstellen.

Der Torimpuls kann wie folgt verwendet werden:

- Das Signal an den Eingang von Kanal Y_A anschliessen und mit der Hauptzeitablenkung ein stabiles Bild einstellen.
- Beide Potentiometer TIME/div. auf CAL stellen.
- Schalter AFTER DELAY TIME auf STARTS stellen.
- Mit dem DELAY TIME MULTIPLIER die Verzögerungszeit einstellen; sie ist das Produkt des mit Schalter TIME/div. der Hauptzeitablenkung eingestellten Wertes und der Anzeige des DELAY TIME MULTIPLIERS.
- Den Torimpuls an die externe Schaltung anschliessen. Die Triggerung erfolgt nun am Anfang des hervorgehobenen Teiles, sofern die Schaltung bei der positiven Flanke des Torimpulses triggert, oder am Ende des Torimpulses, wenn die Schaltung bei der negativen Flanke triggert.

G. FOTOGRAFIEREN VON SCHIRMBILDERN

Die Oszillogramme lassen sich mit dem Kamerasatz PM 9380 photografieren.
Weitere Einzelheiten sind der Gebrauchsanweisung PM 9380 zu entnehmen.